

KAJIAN KAPASITAS SALURAN DRAINASE PADA JALAN
PROF. DR. HAMKA KELURAHAN GAGA KECAMATAN
LARANGAN KOTA TANGERANG



SETIAWAN WIBOWO

5415131725

Skripsi ini Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK BANGUNAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2018

ABSTRAK

SETIAWAN WIBOWO. **Kajian Kapasitas Saluran Drainase Pada Jalan Prof. Dr. Hamka Kelurahan Gaga Kecamatan Larangan Kota Tangerang.** Skripsi. Jakarta: Program Studi S1 Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, 2018.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan kajian kapasitas saluran drainase. Kajian ini diupayakan sebagai pemecahan masalah genangan air sedalam hampir 50 cm akibat hujan yang kerap kali terjadi di Jalan Prof. Dr. Hamka sehingga tidak menghambat arus lalu lintas dan merugikan kegiatan masyarakat sekitar.

Kajian dilakukan dengan melakukan observasi lapangan, studi kepustakaan, serta dengan mengikuti pedoman terkait perencanaan drainase dari Departemen Pekerjaan Umum dan Standar Nasional Indonesia (SNI). Analisis distribusi curah hujan dilakukan dengan metode Normal, Log Normal, Log Pearson III, dan Gumbel. Sementara, berdasarkan uji dispersi dan uji chi kuadrat dengan taraf nyata pengujian (α) 0,05 maka hasil curah hujan yang memenuhi syarat adalah distribusi Log Pearson III dan Normal dengan nilai curah hujan (X_{tr}) sebesar 605,622 mm dan 594,873 mm. Berdasarkan perhitungan didapat nilai Intensitas hujan sebesar 136,265 mm/jam. Sesuai dengan luasan tangkapan dari drainase jalan raya, maka perhitungan debit banjir (Q_r) menggunakan metode rasional dengan periode ulang 10 tahunan didapatkan yaitu sebesar 0,297 m³/det. Kapasitas data tampung (Q_s) dari saluran dihitung dan didapatkan yaitu sebesar 0,128 m³/det. Sehingga $Q_r > Q_s$, sehingga saluran harus direncanakan ulang.

Perencanaan ulang saluran drainase menjadi salah satu alternatif pemecahan masalah banjir saluran drainase di jalan tersebut. Perencanaan ulang mempertimbangkan luasan penampang dan ketersediaan lahan. Setelah dibandingkan antara bentuk saluran persegi, trapesium dan setengah lingkaran, didapatkan bentuk saluran terbaik yaitu berbentuk persegi dengan dimensi 0,40 x 0,60 dengan bahan beton. Dari hasil perhitungan didapat kapasitas daya tampung saluran sebesar 0,339 m³/det.

Kata Kunci: Genangan air, drainase jalan, Debit Rencana, Kapasitas Saluran

ABSTRACT

SETIAWAN WIBOWO. *A Capacity Assessment Channel Drainage on Jalan Prof. Dr. Hamka Gaga Village Larangan Region Tangerang City*. Thesis. Jakarta: Study Program of Building Engineering Education, Faculty of Engineering, State University of Jakarta, 2018.

This study aims to to conduct a study the capacity of drainage channel .This study the authorities had been proposing as the solution of a problem of points of inundation saw the cross section of almost 50 police post cm grand cinema the rain pouring often happened on jl prof .Dr .Hamka so that do not hinder the flow of traffic and is detrimental to program community activities of around.

The study was important with conducting observations field, literature study, and by following guidelines related planning drainage of the department of pekerjaan general and indonesia national standard (sni).Analysis distribution rainfall done with the methods normal, logs normal, logs pearson iii, and gumbel.While, based on the disperse and the chi square with the economic situation of real testing (α) 0.05 the rainfall qualified is the distribution logs pearson III and Normal by value rainfall (x_{tr}) as much as 605,622 mm and 594,873 mm. Based on the calculation of obtained value rain intensity of 136,265 mm / hours.In accordance with covering catch of drainage the highway, so calculation discharge flood (Q_r) in a rational with a period repeated of 10 years obtained is as much as 0,297 m³/s . The capacity of data capacity (q_s) of the counted and obtained is as much as 0,128 m³/s. So that $Q_r > Q_s$, so that channel have to planned repeated.

They would have to re planning at the office of drainage channel has created one alternative for the breakdown of of the problem of flooding drainage channel on the road .Planning considering who to vote for and inciting racial hatred by covering cross section and the availability of land .After compared between the form of a funnel square , of a trapezoid and half of its circumference , these chareges in the future the form of a funnel best in creation pesegi as to dimensions 0,40 x 0,60 with other materials concrete .From a result of calculation that it is obtainable capacity consisting of a channel as much as 0,339 m³/s.

Keywords: Flood, road drainage, discharge planning, channel capacity

HALAMAN PENGESAHAN

KAJIAN KAPASITAS SALURAN DRAINASE PADA JALAN PROF. DR. HAMKA KELURAHAN GAGA KECAMATAN LARANGAN KOTA TANGERANG

SETIAWAN WIBOWO

5415131725

NAMA DOSEN

TANDA TANGAN

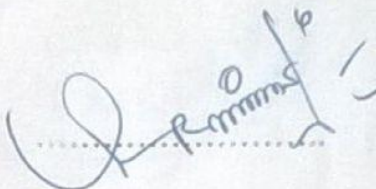
TANGGAL

Drs. Arris Maulana, MT
(Dosen Pembimbing I)



12-2-2018

Dra. Rosmawita Saleh, M. Pd
(Dosen Pembimbing II)



12-2-2018

PENGESAHAN DAN TANDA TANGAN

NAMA DOSEN



TANGGAL

R. Eka Murtinugraha, M. Pd
(Ketua Penguji)

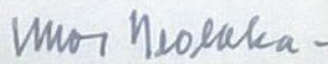
7-2-2018

Dra. Daryati, MT
(Dosen Penguji I)



12-2-2018

Prof. Dr. Amos Neolaka, M. Pd
(Dosen Penguji II)



6-2-2018

Tanggal Lulus : 30 Januari 2018

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta, maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri dengan arahan dari dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 26 Januari 2018

Yang Membuat Pernyataan



Setiawan Wibowo
5415131725

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat dan rahmat-Nya sehingga skripsi saya yang berjudul “Kajian Kapasitas Saluran Drainase Pada Jalan Prof. Dr. Hamka Kelurahan Gaga Kecamatan Larangan Kota Tangerang” dapat selesai dengan jadwal yang telah ditentukan. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Skripsi ini bukan semata-mata usaha yang dilakukan oleh penulis saja, namun juga adanya bimbingan, dorongan, saran, dan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. Bapak dan Ibu serta keluarga tercinta, atas segala doa, kasih sayang, perhatian, dan semangat yang telah diberikan kepada anaknya.
2. Bapak R. Eka Murtinugraha, M. Pd selaku ketua Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta
3. Bapak Drs. Arris Maulana, MT selaku Dosen Pembimbing I yang tak henti-hentinya memberikan dorongan kepada penulis untuk segera menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Dra. Rosmawita Saleh selaku Dosen Pembimbing II yang juga tidak bosan-bosannya memberikan bimbingan serta arahan kepada penulis.
5. Sahabat-sahabat penulis dan teman-teman Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan Kelas A 2013 yang selalu memberikan semangat dan dukungan.

6. Wulan Jami'atun Yusroaeni yang telah menjadi semangat bagi penulis untuk segera menyelesaikan skripsi.
7. Semua pihak yang telah berkenan membantu penulis selama penelitian dan penyusunan skripsi baik moril maupun materil yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Tidak ada sesuatupun yang dapat penulis berikan sebagai imbalan kecuali doa agar semua amal baik yang telah diberikan berbagai pihak kepada penulis mendapatkan pahala yang berkah dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis berterimakasih terhadap saran dan kritik dari pembaca yang akan dijadikan masukan guna perbaikan. Akhirnya penulis mengharapkan skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah kekayaan ilmu pengetahuan bagi para pembaca.

Jakarta, 26 Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Pembatasan Masalah	5
1.4 Rumusan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian	6

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Teori	7
2.1.1 Sistem Drainase	7
2.1.2 Konsep Sistem Jaringan Drainase Yang Berkelanjutan	8
2.1.3 Sistem Jaringan Drainase	10
2.1.4 Drainase Perkotaan	11
2.1.5 Drainase Jalan Raya	12
2.1.6 Genangan Air	13
2.1.7 Perencanaan Drainase	14
2.1.8 Saluran Terbuka	15
2.1.9 Dimensi Penampang Saluran	16

2.1.10 Analisis Curah Hujan.....	18
2.1.11 Intensitas Curah Hujan.....	23
2.1.12 Periode Ulang Hujan	25
2.1.13 Analisis Frekuensi dan Probabilitas	25
2.1.14 Uji Kecocokan Distribusi	30
2.1.15 Koefisien Limpasan	32
2.1.16 Waktu Konsentrasi	33
2.1.17 Perhitungan Debit Banjir Rencana	35
2.1.18 Kapasitas Saluran	36
2.2 Penelitian Relevan	36
2.3 Kerangka Berpikir	38

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian.....	40
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	40
3.3 Metode Penelitian.....	40
3.4 Teknik Pengumpulan Data	41
3.4.1 Tahapan Pengumpulan Data.....	41
3.4.2 Instrumen Penelitian	41
3.5 Teknik Kajian	42
3.6 Diagram Alur Penelitian.....	44

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Data	47
4.1.1 Data Primer	47
4.1.2 Data Sekunder	47
4.1.3 Peta Wlayah	48
4.1.4 Data Teknis	49
4.2 Analisis Penelitian	50
4.2.1 Perhitungan Curah Hujan (Hidrologi)	50
4.2.2 Debit Banjir Rencana (Q_r)	67
4.2.3 Analisis Hidrolika	69
4.3 Hasil Penelitian	77

4.4	Pembahasan Hasil Penelitian	77
4.5	Keterbatasan Penelitian	79

BAB V. KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	80
5.2	Implikasi	80
5.3	Saran	81

DAFTAR PUSTAKA	83
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	86
----------------------	-----------

DAFTAR RIWAYAT HIDUP	114
-----------------------------------	------------

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Kriteria Desain Hidrologi Sistem Drainase Perkotaan	15
Tabel 2.2. Unsur-Unsur Geometris Penampang Saluran	16
Tabel 2.3. Tabel Koefisien Limpasan	33
Tabel 4.1. Data Jalan	49
Tabel 4.2 Data Saluran Drainase	49
Tabel 4.3. Data Curah Hujan Maksimum Stasiun Ciputat	51
Tabel 4.4. Data Curah Hujan Maksimum Stasiun Serpong	51
Tabel 4.5 Data Curah Hujan Maksimum Stasiun Cipondoh.....	52
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Rata-Rata Curah Hujan Tahunan Daerah	53
Tabel 4.7 Hasil Hitungan Data Curah Hujan Rata-Rata Maksimum Daerah ..	54
Tabel 4.8. Analisis Frekuensi Distribusi Normal	54
Tabel 4.9 Analisis Frekuensi Curah Hujan Distribusi Log Normal	56
Tabel 4.10 Analisis Frekuensi Curah Hujan Distribusi Log Pearson III	59
Tabel 4.11 Nilai K Hasil Distribusi Log Pearson III	60
Tabel 4.12 Analisis Frekuensi Curah Hujan Distribusi Gumbel	62
Tabel 4.13 Nilai Y_n , S_n , dan Y_{tr} untuk Periode Ulang (T)	62
Tabel 4.14 Nilai Curah Hujan Rencana (X_{tr}) dengan Distribusi Frekuensi	64
Tabel 4.15 Nilai Hasil Uji Dispersi	64
Tabel 4.16 Uji Chi Kuadrat Distribusi Log Pearson III	65
Tabel 4.17 Tabel Tinggi Jagaan	69
Tabel 4.18 Hasil Perhitungan	75

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Peta Lokasi Penelitian	2
Gambar 1.2. Kondisi Jalan Prof. Dr. Hamka	3
Gambar 1.3. Banjir Pada Jalan Prof. Dr. Hamka Tanggal 3 April 2017	3
Gambar 1.4. Saluran Eksisting di Jalan Prof. Dr. Hamka	4
Gambar 2.1. Penampang saluran trapesium	16
Gambar 2.2. Penampang saluran Persegi	17
Gambar 2.3. Penampang saluran Segitiga	18
Gambar 2.4. Metode Poligon Thiessen	21
Gambar 2.5. Metode Isohyet	25
Gambar 2.6. Kurva Distribusi Frekuensi Normal	26
Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian	44
Gambar 4.1. Design Map Peta Tematik Indonesia	47
Gambar 4.2. Penampang Jalan Raya dan Saluran Drainase Eksisting	50
Gambar 4.3. Grafik Curah Hujan Distribusi Normal	56
Gambar 4.4. Grafik Curah Hujan Distribusi Log Normal	58
Gambar 4.5. Grafik Curah Hujan Distribusi Log Pearson III	61
Gambar 4.6. Grafik Curah Hujan Distribusi Gumbel	63
Gambar 4.7. Dimensi Saluran Eksisting Awal	68
Gambar 4.8. Dimensi Saluran Rencana Persegi	70
Gambar 4.9. Dimensi Saluran Rencana Trapesium	71
Gambar 4.10. Dimensi Saluran Rencana Setengah lingkaran	73

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Tabel Tipikal Harga Koefisien Kekasaran Manning.....	86
Lampiran 2 Nilai Variable Reduksi Gauss	87
Lampiran 3 Tabel Koefisien Limpasan.....	88
Lampiran 4 Nilai K Distribusi Log Pearson Tipe III.....	89
Lampiran 5 Tabel Reduced Mean, Y_n	90
Lampiran 6 Tabel Reduced Variate, Y_{tr}	91
Lampiran 7 Tabel Reduced Standard Deviation, S_n	92
Lampiran 8 Nilai Kritis untuk Uji Chi-kuadrat.....	93
Lampiran 9 Tabel Nilai Kritis D_o untuk Uji Smirnov-Kolmogorov	94
Lampiran 10 Peta Kecamatan Larangan kota Tangerang	95
Lampiran 11 Dokumentasi.....	96
Lampiran 12 Penampang Jalan Raya	102
Lampiran 13 Saluran Drainase Eksisting.....	103
Lampiran 14 Peta Banjir Kota Tangerang	104
Lampiran 15 Peta Das Kali Angke	105
Lampiran 16 Peta Kontur	106
Lampiran 17 Catchment Area	107
Lampiran 18 Lembar Surat Permohonan Penelitian	108
Lampiran 19 Lembar Bimbingan Skripsi	111

BAB I

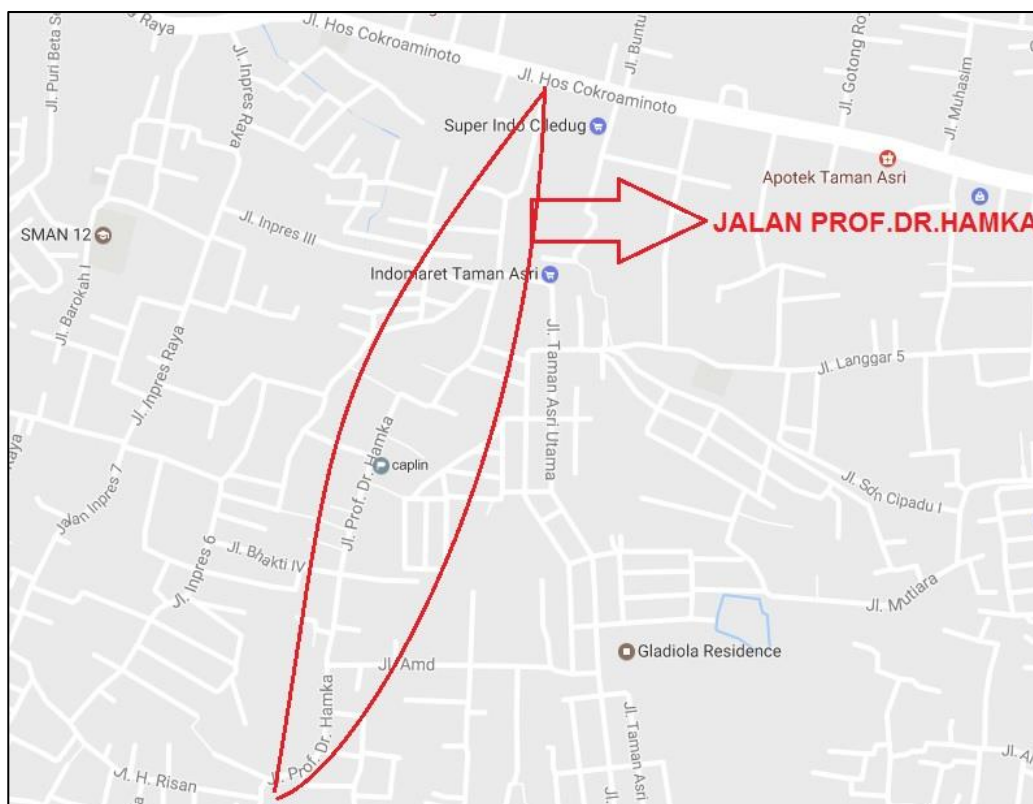
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Banjir merupakan kata yang sangat populer di Indonesia, khususnya pada musim hujan, mengingat sebahagian kota di Indonesia mengalami bencana banjir. Peristiwa ini hampir setiap tahun berulang, namun permasalahan ini sampai sekarang belum terselesaikan, bahkan cenderung meningkat, baik frekuensinya, luasnya, kedalamannya maupun durasinya. Jika dirunut kebelakang, akar permasalahan banjir di perkotaan diperkirakan berawal dari pertumbuhan penduduk yang sangat cepat diatas pertumbuhan nasional akibat urbanisasi, baik migrasi musiman maupun permanen. Pertumbuhan penduduk yang tidak diimbangi dengan penyediaan prasarana dan sarana perkotaan yang memadai mengakibatkan pemanfaatan lahan perkotaan menjadi tidak beraturan. Pemanfaatan lahan yang tidak tertib inilah yang menyebabkan persoalan drainase di perkotaan menjadi sangat kompleks. (Suripin: 2004)

Kota Tangerang merupakan kota yang berada di Provinsi Banten, Indonesia. Secara administrasi, Kota Tangerang berbatasan dengan beberapa wilayah sebagai berikut; Kota Jakarta di sebelah utara, Kabupaten Tangerang di sebelah barat, Kota tangerang Selatan di sebelah selatan dan Kota Jakarta di sebelah timur. Berada dekat dengan Kota Jakarta membuat pertumbuhan penduduk di Kota Tangerang menjadi lebih cepat, pada tahun 2014 berjumlah 1.628.995 jiwa menjadi 1.795.436 jiwa di tahun 2015, jadi pertumbuhan sebesar 10,21% sekaligus menunjukan bahwa pertumbuhan penduduknya sangat tinggi.

Pertumbuhan penduduk yang sangat tinggi akan menyebabkan kebutuhan hunian akan semakin tinggi yang nantinya berdampak terhadap berkurangnya daerah resapan. Selain penyediaan daerah resapan yang tidak memadai, juga harus mempertimbangkan drainase yang baik. Oleh karena itu, penyediaan drainase perkotaan yang memadai diperlukan untuk mencegah banjir. Namun sayangnya saat ini Kota Tangerang belum memiliki sistem drainase yang memadai sehingga di beberapa wilayah masih terjadi banjir. (BPS: 2016)



Gambar 1.1. Peta Lokasi Penelitian

Sumber: Google Maps

Jalan Prof. Dr. hamka merupakan salah satu jalan yang terletak di kawasan Kota Tangerang. Jalan ini terus mengalami perkembangan di ruas jalannya seperti banyaknya ruko, pertokoan dan kafe serta pemukiman penduduk. Sebagai salah satu akses lalu lintas penting di Kota Tangerang. Jalan Prof. Dr. Hamka menjadi

salah satu jalan yang selalu ramai dilalui kendaraan dari berbagai daerah di Tangerang. Jalan Prof. Dr. Hamka memiliki saluran drainase disepanjang jalan pada kedua sisinya. Namun saat musim hujan dengan intensitas tinggi, selalu terjadi genangan air dengan ketinggian berkisar 20-50cm. Genangan ini terjadi karena lahan resapan yang ada tidak lagi mampu menyerap hujan yang turun, sehingga debit air hujan yang menuju ke saluran drainase bertambah. Akibatnya, dimensi saluran yang ada sudah tidak mencukupi untuk menampung kelebihan air tersebut. Terlebih masih ada masalah sampah yang mengganggu laju air di saluran yang ada membuat situasi semakin parah.



Gambar 1.2 Kondisi jalan Prof. Dr. Hamka

Sumber: Dokumentasi Penulis



Gambar 1.3 Banjir di Jalan Prof. Dr. Hamka pada 3 april 2017

Sumber: Dokumentasi Penulis



Gambar 1.4 Saluran Eksisting di Jalan Prof. Dr. Hamka

Sumber: Dokumentasi Penulis

Berdasarkan permasalahan di atas, maka dilakukan kajian mengenai kapasitas saluran drainase pada Jalan Prof. Dr. Hamka, sehingga dapat diketahui kapasitas saluran tersebut memadai atau tidak dalam menampung debit air hujan sekarang serta mengalirkannya ke badan penerima air tanpa menimbulkan genangan air atau banjir. Setelah diketahui kapasitas salurannya, bila tidak mampu menampung debit air hujan maka dilanjutkan dengan membuat suatu perencanaan ulang saluran drainase pada jalan tersebut sebagai salah satu upaya pemecahan permasalahan banjir yang meresahkan masyarakat dan pengguna kendaraan yang melintasi jalan tersebut.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah kondisi curah hujan (hidrologi) di area kecamatan Larangan Kota Tangerang?
2. Bagaimanakah debit banjir rencana periode ulang 10 tahun di area Kecamatan larangan Kota Tangerang?
3. Bagaimanakah kondisi kapasitas tampung saluran eksisting di sepanjang Jalan Prof. Dr. Hamka, Kelurahan Gaga kecamatan Larangan Kota Tangerang?
4. Bagaimanakah alternatif perencanaan ulang saluran di sepanjang Jalan Prof. Dr. Hamka guna mengatasi genangan air yang terjadi?

1.3. Pembatasan Masalah

Sesuai dengan identifikasi masalah, maka batasan masalahnya adalah mengkaji kapasitas saluran drainase yang sudah ada pada Jalan Prof. Dr. Hamka kelurahan Gaga Kecamatan Larangan Kota Tangerang.

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah di atas, maka perumusan masalah untuk skripsi ini adalah “Bagaimana kajian Kapasitas Saluran Drainase Pada jalan Prof. Dr. Hamka Kelurahan Gaga Kecamatan Larangan Kota Tangerang?”

1.5. Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk mengkaji kapasitas saluran drainase pada jalan Prof. Dr. Hamka kelurahan Gaga Kecamatan Larangan, sehingga dapat diketahui kapasitas saluran eksisting dan alternatif dengan perencanaan ulang

saluran tersebut dan diharapkan dapat membantu dalam memecahkan permasalahan banjir pada daerah tersebut.

1.6. Manfaat Penulisan

Manfaat yang didapatkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat secara teoritis, mendapatkan nilai debit banjir rencana, daya tampung kapasitas saluran eksisting, dimensi saluran rencana.

b. Manfaat Praktis

1. Sebagai bentuk pertimbangan pemerintah/masyarakat dalam mengatasi masalah genangan air/ banjir di Jalan Prof. Dr. Hamka Kelurahan Gaga Kecamatan Larangan Kota Tangerang.
2. Sebagai bentuk penelitian terkait ilmu keairan khususnya pada lingkup drainase jalan dan perkotaan.
3. Sebagai masukan dan referensi dalam bidang pembelajaran maupun penelitian terkait drainase lebih lanjut.
4. Sebagai bentuk tambahan penelitian relevan terkait kajian saluran air jalan.
5. Sebagai informasi dalam pelaksanaan perencanaan sistem drainase jalan.
6. Sebagai bentuk wawasan pengetahuan bagi masyarakat pada umumnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Deskripsi Teori

2.1.1. Sistem Drainase

Drainase adalah suatu proses alami, yang dia dia diadaptasikan manusia untuk tujuan mereka sendiri, mengarahkan air dalam ruang dan waktu dengan memanipulasi ketinggian muka air (Abdeldayem: 2005). Drainase adalah suatu tindakan untuk mengurangi air yang berlebih, baik itu air permukaan maupun air bawah permukaan. Air berlebih umumnya berupa genangan yang disebut dengan banjir (Suhardjono: 2013).

Kebutuhan akan sistem drainase yang memadai telah diperlukan sejak beberapa abad yang lalu, seperti tahun 300 SM ruas jalan pada masa tersebut dibangun dengan elevasi lebih tinggi dengan maksud agar menghindari adanya limpasan di jalan (Long: 2007). Maka dari itu, sistem drainase sudah menjadi hal yang diperhatikan oleh masyarakat sejak dahulu.

Adapun permasalahan drainase perkotaan yang sering terjadi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Permasalahan drainase karena ulah manusia, seperti:
 1. Perubahan tata guna lahan di daerah aliran sungai (DAS)
 2. Perubahan fungsi saluran irigrasi menjadi saluran drainase
 3. Pembuangan sampah ke saluran drainase
 4. Kawasan Kumuh di sepanjang sungai atau saluran drainase
 5. Infrastruktur drainase kurang berfungsi

b. Permasalahan drainase karena alam, seperti:

1. Erosi dan sedimentasi
2. Curah hujan
3. Kondisi fisiografi
4. Kapasitas sungai atau saluran drainase tidak memenuhi
5. Pengaruh pasang surut air laut

Selain permasalahan di atas, salah satu permasalahan yang selalu timbul setiap tahun pada musim hujan adalah banjir dan genangan air. Banjir dan genangan air disebabkan oleh fungsi drainase yang belum tertangani secara menyeluruh, kurangnya kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam memelihara saluran drainase yang ada di sekitarnya menyebabkan penyumbatan saluran drainase oleh sampah industri maupun sampah rumah tangga (Riman: 2011).

Jenis drainase ditinjau berdasarkan dari sistem pengalirannya, dapat dikelompokkan menjadi:

1. Drainase dengan sistem jaringan adalah suatu sistem pengeringan atau pengaliran air pada suatu kawasan yang dilakukan dengan mengeluarkan air melalui sistem tata saluran dengan bangunan-bangunan pelengkap.
2. Drainase dengan sistem resapan adalah sistem pengeringan atau pengaliran air yang dilakukan dengan meresapkan air ke dalam tanah. Cara resapan ini dapat dilakukan langsung terhadap genangan air dipermukaan tanah ke dalam tanah atau melalui sumuran/ saluran resapan (Wesli: 2008).

2.1.2. Konsep Sistem Jaringan Drainase yang Berkelanjutan

Berdasarkan prinsip pengertian sistem drainase yang bertujuan agar tidak terjadi banjir di suatu kawasan, air harus secepatnya dibuang, namun air juga

merupakan sumber kehidupan. Bertolak dari hal tersebut, maka konsep dasar pengembangan sistem drainase yang berkelanjutan adalah meningkatkan daya guna air, meminimalkan kerugian, serta memperbaiki dan konservasi lingkungan. Untuk itu diperlukan usaha-usaha yang komprehensif dan integratif yang meliputi yang meliputi seluruh proses, baik yang bersifat struktural maupun nonstructural untuk mencapai tujuan tersebut. Sistem drainase yang berkelanjutan ini prioritas utama kegiatan harus ditujukan untuk mengelola limpasan permukaan dengan cara mengembangkan fasilitas untuk menahan air hujan. Berdasarkan fungsinya, fasilitas penahan air hujan dapat dikelompokkan menjadi dua tipe, yaitu tipe penyimpanan dan tipe peresapan (Suripin: 2004).

Sampai saat ini perancangan drainase didasarkan pada filosofi bahwa air secepatnya mengalir seminimal mungkin mengenai daerah layanan. Akan tetapi, dengan semakin timpangnya perimbangan air (pemakaian dan ketersediaan) maka diperlukan suatu perancangan drainase yang berfilosofi bukan saja aman terhadap genangan tetapi juga sekaligus berasas pada konservasi air (Sujonto: 1987).

Konsep perancangan sistem drainase air hujan yang berkelanjutan berasaskan pada konservasi air tanah, yang pada hakikatnya adalah perancangan suatu sistem drainase dimana air seperti sumur resapan air hujan, sedangkan hanya air dari halaman bukan perkerasan yang perlu ditampung oleh sistem jaringan drainase (Sujonto: 1987).

Daerah pelayanan adalah suatu daerah yang memiliki jaringan drainase mulai dari hulu hingga ke satu muara pembuangan tersendiri sehingga jaringan

drainasenya terpisah dengan jaringan drainase daerah pelayanan lainnya. Daerah pelayanan dapat terdiri dari satu atau lebih daerah aliran (Wesli: 2008).

2.1.3. Sistem Jaringan Drainase

Sistem jaringan drainase merupakan bagian dari infrastruktur pada suatu kawasan, drainase masuk pada kelompok infrastruktur air pada pengelompokan infrastruktur wilayah, selain itu adakelompok jalan, kelompok sarana transportasi, kelompok pengelolaan limbah, kelompok bangunan kota, kelompok energi dan kelompok telekomunikasi (Suripin: 2004).

Air hujan yang jatuh di suatu kawasan perlu dialirkan atau dibuang, caranya dengan pembuatan saluran yang dapat menampung air hujan yang mengalir di permukaan tanah tersebut. Sistem saluran di atas selanjutnya dialirkan ke sistem yang lebih besar. Sistem yang paling kecil juga dihubungkan dengan saluran rumah tangga dan sistem saluran bangunan infrastruktur lainnya, sehingga apabila cukup banyak limbah cair yang berada dalam saluran tersebut perlu diolah (*treatment*), seluruh proses di atas disebut dengan sistem drainase (Kodoatie: 2003).

Bagaian infrastruktur (sistem drainase) dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/ atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Ditinjau dari hulunya, bangunan sistem drainase terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran induk (*main drain*) dan badan air penerima (*conveyor drain*). Di sepanjang sistem sering dijumpai bangunan lainnya, seperti gorong-gorong siphon, jembatan air (*aqueduct*), pelimpah, pintu-pintu air, bangunan terjun, kolam tando dan stasiun

pompa. Pada sistem drainase yang lengkap, sebelum masuk ke badan air penerima diolah dahulu pada instalasi pengolahan air limbah (IPAL), khususnya untuk sistem tercampur. Hanya air yang telah memiliki baku mutu tertentu yang dimasukkan ke dalam badan air penerima biasanya sungai, sehingga tidak merusak lingkungan (Suripin: 2004).

2.1.4. Drainase Perkotaan

Drainase yang berasal dari bahasa Inggris yaitu *drainage* mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang atau mengalihkan air. Dalam bidang teknik sipil, drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan/lahan, sehingga fungsi kawasan/lahan tidak terganggu. Sistem drainase sudah menjadi salah satu infrastruktur perkotaan yang sangat penting. Kualitas manajemen suatu kota dapat dilihat dari kualitas sistem drainase yang ada. Sistem drainase yang baik dapat membebaskan kota dari genangan air (Suripin: 2004).

Kebutuhan terhadap drainase berawal dari kebutuhan air untuk kehidupan manusia dimana kebutuhan tersebut manusia memanfaatkan sungai untuk kebutuhan rumah tangga, pertanian, perikanan, peternakan dan lainnya. Untuk kebutuhan rumah tangga menghasilkan air kotor yang perlu dialirkan dengan makin bertambahnya pengetahuan manusia mengenai industri yang juga mengeluarkan limbah yang perlu dialirkan. Pada musim hujan terjadi kelebihan air berupa limpasan permukaan yang seringkali menyebabkan banjir sehingga manusia mulai berpikir akan kebutuhan sistem saluran yang dapat mengalirkan air

lebih terkendali dan terarah sehingga berkembanglah menjadi ilmu drainase (Wesli: 2008)

Dalam pembahasan lebih lanjut akan dititik beratkan pada drainase perkotaan sebab drainase yang lebih kompleks terdapat pda wilayah perkotaan. Drainase perkotaan merupakan sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi kawasan pemukiman, industry dan perdagangan, sekolah, rumah sakit, lapangan olahraga, lapangan paker, instalasi militer, instalasi listrik, telekomunikasi, pelabuha udara, pelabuhan laut atau sungai serta fasilitas umum lainnya yang merupakan bagian dari sarana kota. Desain dranase perkotaan memiliki keterkaitan dengan tata guna lahan, tata ruang kota, master plan drainase kota dan kondisi social budaya masyarakat terhadap kedisiplinan dalam hal membuang sampah (Wesli: 2008)

2.1.5. Drainase Jalan Raya

Salah satu aspek terpenting dalam perencanaan jalan raya adalah melindungi jalan dari air permukaan dan air tanah. Dengan kata lain drainase merupakan salah satu faktor terpenting dalam perencanaan pekerjaan jalan. Genangan air di permukaan jalan memperlambat kendaraan dan memberikan andil terjadinya kecelakaan kecelakaan akibat terganggunya pandangan oleh cipratan dan semprotan air. Jika air memasuki struktur jalan, perkerasan dan tanah dasar (*subgrade*) menjadi lemah, dan hal iini akan menyebabkan konstruksi jalan lebih peka terhadap kerusakan lalu lintas. Di sisi lain, kecepatan air yang rendah pada bangunan-bangunan drainase mendorong adanya sedimentasi yang mengakibatkan terjadinya penyempitan dan penyumbatan. Penyumbatan mengakibatkan erosi lebih lanjut atau limpas dan mungkin juga keruntuhan.

Berdasarkan fungsinya, drainase jalan dibedakan menjadi drainase permukaan dan bawah permukaan. Drainase permukaan ditujukan untuk menghilangkan air hujan dari permukaan jalan sehingga lalu lintas dapat melaju dengan aman dan efisien. Disamping itu juga untuk meminimalikan penetrasi air hujan ke dalam struktur jalan. Sedangkan drainase bawah permukaan berfungsi untuk mencegah masuknya air dalam struktur jalan dan/atau menangkap dan mengeluarkan air dari struktur jalan (Suripin: 2004)

2.1.6. Genangan Air

Banjir atau genangan air yang terjadi di daerah perkotaan, khususnya daerah yang terletak di dataran rendah dekat pantai, dapat berasal dari tiga sumber; yaitu air kiriman dari hulu yang meluap dari sungai induk, hujan setempat, dan genangan akibat air pasang (Suripin: 2004). Hujan setempat adalah yang paling banyak menyebabkan banjir terkhusus pada bulan basah, sehingga jika pada bulan-bulan tersebut terjadi hujan deras kemungkinan terjadi banjir lebih besar karena tanah sudah jenuh dengan cairan (Gunawan: 2010).

Sistem drainase yang baik dapat membebaskan kota dari genangan (Suripin: 2004). Genangan air menyebabkan lingkungan menjadi kotor, jorok, menjadi sarang nyamuk dan sumber penyakit lainnya sehingga dapat menurunkan kualitas lingkungan dan kesehatan masyarakat. Prioritas penanganan drainase umumnya ditujukan untuk mengatasi masalah genangan air, dengan mengutamakan hal-hal sebagai berikut (Haryono Sukarto: 1999):

1. Genangan yang menyebabkan kerugian dan kerusakan harta benda dan jiwa (terutama pada daerah yang padat penduduk seperti Jakarta)

2. Tinggi genangan $\geq 0,50$ m, luas genangan $\geq 5\%$ luas wilayah perkotaan, kepadatan penduduk di wilayah perkotaan ≥ 100 jiwa/ha, frekuensi genangan paling sedikit terjadi dua kali dalam setahun, dan lama genangannya ≥ 1 jam.
3. Daerah yang tergenang memiliki nilai social, ekonomi dan politik yang strategis.
4. Daerah dengan kepadatan lalu lintas yang tinggi.
5. Penanganan harus seimbang terhadap ber]sar investasi yang akan dilindungi.

2.1.7. Perencanaan drainase

Dalam penelitian ini hanya sebatas perencanaan awal, perencnaan awal menurut Departemen PU adalah mencakup survey, penyelidikan dan desain. Sementara langkah-langkah perencanaan umumnya melalui langkah-langkah berikut (Kodoatie: 2013):

1. Identifikasi masalah atau bisa juga sasaran/tujuan yang ditargetkan
2. Pengumpulan data primer dan sekunder
3. Penentuan metode yang akan dipakai (Kajian Pustaka)
4. Investigasi, analisis atau kajian
5. Penentuan solusi dengan berbagai alternatif
6. Penentuan skala prioritas
7. Pemilihan alternatif

Hasil dari studi awal kelayakan memberikan beberapa alternative berdasarkan aspek-aspek teknis, non-teknis, ekonomi, social, budaya, hukum, kelembagaan, dan lingkungan secara detail. Selanjutnya dilakukan seleksi perancangan dengan berbagai pertimbangan baik dukungan maupun kendala. Sementara dalam kriteria

perencanaan desain hidrologi dalam tabel 2.1, metode perhitungan debit banjir dipengaruhi oleh luas DAS (Daerah Aliran Sungai) maupun periode ulang.

Tabel 2.1 Kriteria Desain Hidrologi Sistem Drainase Perkotaan

Luas DAS (ha)	Periode Ulang (Tahun)	Metode Perhitungan Debit Banjir
<10	2	Rasional
10-100	2-5	Rasional
101-500	5-20	Rasional
>500	10-25	Hidrograf satuan

Sumber: Drainase Perkotaan (Suripin: 2004)

2.1.8. Saluran terbuka

Saluran yang mengalirkan air dengan suatu permukaan bebas disebut saluran terbuka (Ven Te Chow: 1997). Dalam hal ini, saluran primer berupa kali, saluran sekunder di jalan, saluran tersier berupa gorong-gorong merupakan bagian daripada saluran buatan. Desain parit tepi jalan dan puncak, selokan, saluran dan gorong-gorong semuanya berdasarkan prinsip aliran air dalam saluran terbuka (Clarkson dan Hicks: 1999). Sifat-sifat hidrolis semacam ini dapat diatur menurut keinginan atau dirancang untuk memenuhi persyaratan dan kriteria tertentu.

Seorang insinyur Irlandia bernama Robert manning (1880) mengemukakan sebuah rumus kapasitas debit saluran yang akhirnya diperbaiki menjadi rumus yang sangat terkenal yaitu sebagai berikut:

$$Q = V \cdot A = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

Q = Debit saluran (m^3 /detik)


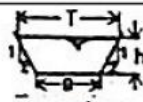
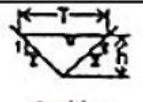
A = Luas penampang aliran (m^2)

R = Jari-jari hidrolik (m)

S = Kemiringan saluran

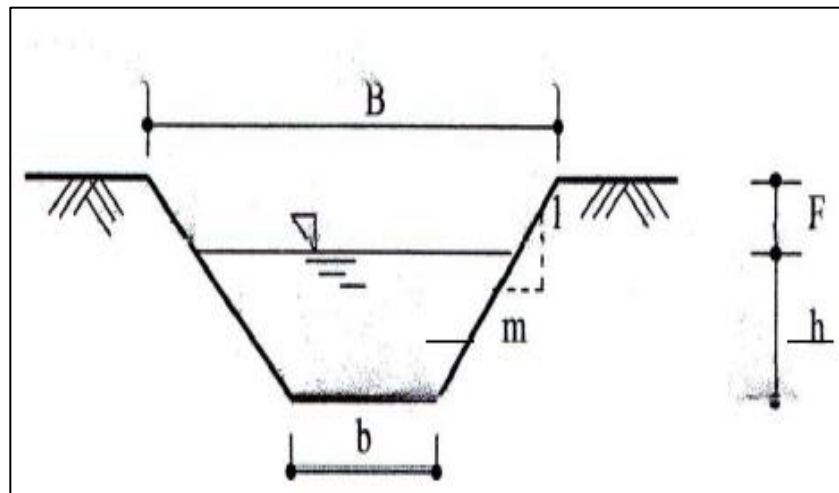
n = Koefisien kekasaran manning (Lampiran 1)

Tabel 2.2 Unsur-Unsur Geometris Penampang Saluran

Penampang Melintang	Area (A)	Keliling Penampang Basah (P)	Radius (R)	Lebar Atas (T)	Kedalaman (D)
 Persegi Panjang	bh	$b+2h$	$\frac{bh}{b+2h}$	b	h
 Trapesium	$(b+zh)h$	$b+2h\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zh)h}{b+2h\sqrt{1+z^2}}$	$b+2y$	$\frac{(b+zh)h}{b+2z}$
 Segitiga	zh^2	$2h\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zh}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zh$	$\frac{1}{2h}$

Sumber: (Ven T e Chow: 1997)

2.1.9. Dimensi Penampang Saluran



Gambar 2.1 Penampang Saluran trapesium

Sumber: Hidrolika II (Triadmodjo: 1993)

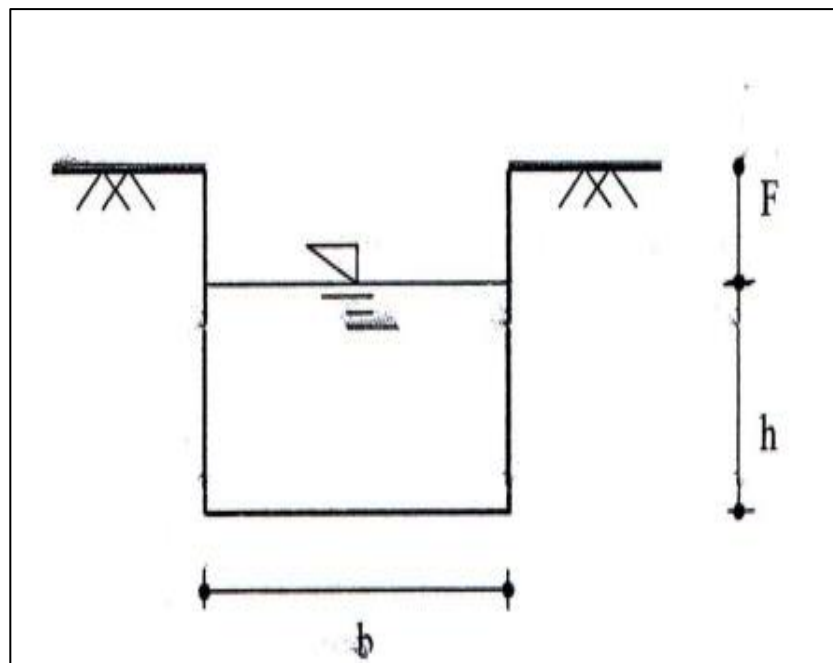
Dilakukan pengukuran terhadap dimensi saluran, yaitu lebar dasar saluran (b), lebar atas saluran (B), kemiringan sisi saluran (m), tinggi jagaan (f), tinggi

basah saluran (h) dan kemiringan saluran (S). Dengan diketahui lebar dasar saluran dan tinggi basah saluran di atas, maka diperoleh luas penampang basah saluran (A), keliling basah saluran (R). Berdasarkan rumus yang diperoleh dari buku Hidrolika II (Triadmodjo: 1993) dapat ditunjukkan seperti di bawah ini :

$$A = (b + m.h). h \dots\dots\dots (2.2)$$

$$P = b + 2 h \sqrt{m^2 + 1} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (2.4)$$



Gambar 2.2 Penampang Saluran Persegi

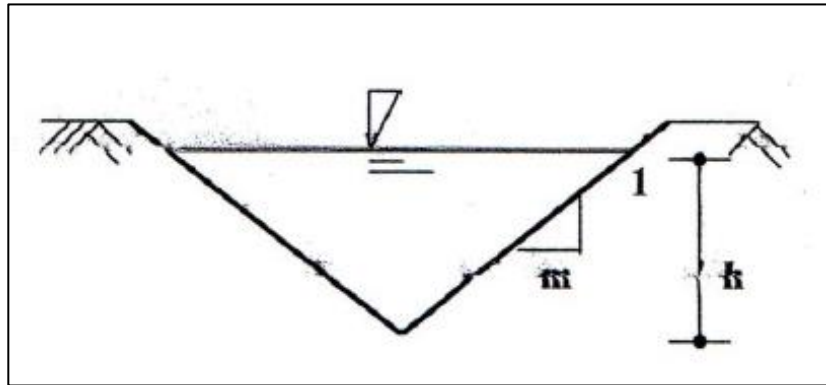
Sumber: Hidrolika II (Triadmodjo: 1993)

Dalam perencanaan saluran di lapangan dipakai saluran persegi dimana hubungan antara debit rencana dengan dimensi tampung ditentukan berdasarkan rumus Manning, yaitu :

$$A = b. h \dots\dots\dots (2.5)$$

$$P = b + 2 h \dots\dots\dots (2.6)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (2.7)$$



Gambar 2.3 Penampang Saluran Segitiga

Sumber: Hidrolika II (Triadmodjo: 1993)

$$A = m \cdot h^2 \quad \dots\dots\dots (2.8)$$

$$P = 2 \sqrt{m + 1} \cdot h \quad \dots\dots\dots (2.9)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan :

A = Luas penampang basah saluran (m²)

R = Jari-jari hidrolis (m)

P = Keliling basah saluran (m)

S = kemiringan saluran

n = Koefisien kekasaran Manning

m = kemiringan sisi saluran

f = Tinggi jagaan (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

B = Lebar atas saluran (m)

h = Tinggi basah saluran (m)

2.1.10. Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan merupakan suatu rangkaian proses pengolahan data (curah hujan) diawali dengan suatu proses identifikasi kondisi meteorologi, suatu

penakar atau pengukur, analisis data tercatat secara kualitas dan kuantitas yang dilanjutkan dengan perhitungan distribusi frekuensi yang dipilih dan selanjutnya didapat suatu nilai intensitas curah hujan untuk periode ulang tertentu (Soewarno: 1995).

Data curah hujan yang dipakai untuk perhitungan dalam debit banjir adalah hujan yang terjadi pada DAS yang terjadi pada waktu yang sama. Data curah hujan dan debit merupakan data yang paling fundamental dalam perencanaan/penelitian pembuatan saluran. Analisis data hujan dimaksudkan untuk mendapatkan besaran curah hujan analisis statistic yang diperhitungkan dalam perhitungan debit banjir rencana (Sosrodarsono: 1989).

Merancang pemanfaatan air dan rancangan pengendali banjir data yang dibutuhkan adalah data curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah atau daerah dan dinyatakan dalam millimeter. Curah hujan harus diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan. Ada tiga macam cara yneg umum digunakan dalam menghitung hujan rata-rata seluruh kawasan yaitu metode rata-rata aljabar, metode polygon thiessen dan metode isohyet.

2.1.10.1. Jenis-Jenis Metode Rata-Rata Curah Hujan

1. Metode Rata-Rata Aljabar

Metode yang palling sederhana dalam perhitungan hujan kawasan. Metode ini didasarkan pada asumsi bahwa semua penakar hujan mempunyai pengaruh yang setara. Cara ini cocok untuk kawasan dengan topografi rata atau datar dengan luas kurang dari 500 km², alat penakar tersebar merata/ hampir merata,

dan harga individual curah hujan tidak terlalu jauh dari harga rata-ratanya. Hujan kawasan diperoleh dari persamaan (Suripin: 2004):

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

P = Curah hujan tercatat (mm)

P₁.., P_n = Curah hujan di stasiun pengukuran (mm)

n = Jumlah stasiun pengukuran

2. Metode Poligon Thiessen

Besarnya koefisien thiessen tergantung dari luas daerah pengaruh stasiun hujan yang dibatasi oleh poligon-poligon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung stasiun (Soemarno: 1999).

Metode poligon thiessen dikenal juga sebagai metode rata-rata timbang (*weighted mean*). Cara ini cocok untuk daerah datar dengan luas 500-5000 km². Metode ini ditentukan dengan cara membuat poligon antar pos hujan pada suatu wilayah DAS kemudian tinggi hujan rata-rata dihitung dari jumlah perkalian antara tiap-tiap luas poligon dan tinggi hujannya dibagi dengan seluruh luas DAS. Tahapan penerapan metode ini meliputi langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Letak pos penakar hujan ditandai pada peta DAS, kemudian buat garis lurus penghubung antar titik pos penakar.
- b. Setiap garis penghubung ditarik garis tengah lurus ditengah garis penghubung sehingga membentuk poligon.
- c. Luas daerah hujannya dianggap mewakili oleh salah satu stasiun yang bersangkutan adalah daerah yang dibatasi oleh poligon tersebut.

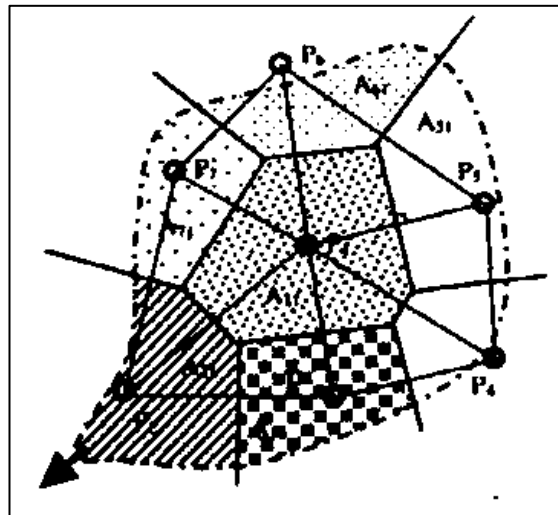
Adapun rumus dari metode ini adalah (Suripin: 2004):

$$P = \frac{P_1 A_1 + P_2 A_2 + \dots + P_n A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots (2.12)$$

P = Curah hujan tercatat (mm)

P_1, P_n = Curah hujan di stasiun pengukuran (mm)

A_n = Luas daerah pengaruh setiap stasiun (km^2)



Gambar 2.4 Metode Poligon Thiessen
Sumber: Drainase Perkotaan (Suripin: 2004)

3. Metode Isohyet

Metode ini merupakan metode yang paling akurat untuk menentukan hujan rata-rata, namun diperlukan keahlian dan pendalaman. Cara ini memperhitungkan secara actual pengaruh tiap-tiap pos penakar hujan. Metode isohyet cocok untuk daerah berbukit dan tidak teratur dengan luas lebih dari 5000 km^2 (Suripin: 2004).

Metode isohyet memiliki beberapa langkah sebagai berikut:

- a. Memperhitungkan pengaruh tiap-tiap pos penakar hujan pada plot data kedalaman air hujan pada peta.
- b. Gambar kontur kedalaman air hujan dengan menghubungkan titik-titik yang mempunyai kedalaman air yang sama. Interval isohyet yang umum dipakai adalah 10 mm.

- c. Hitung luas area antara dua garis isohyet dengan menggunakan planimeter.
Kalikan masing-masing luas areal dengan rata-rata hujan antara dua isohyet yang berdekatan.

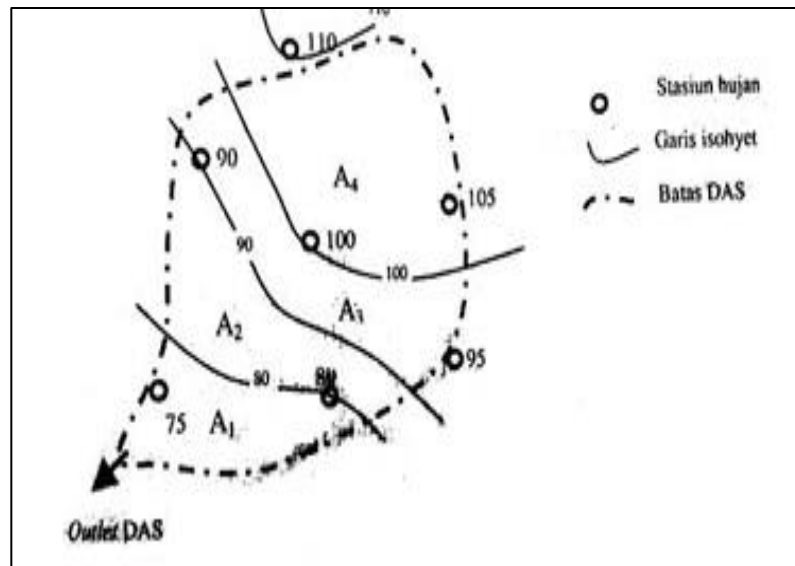
Hitungan hujan rata-rata DAS dengan persamaan sebagai berikut :

$$P = \frac{A_1 \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right) + A_2 \left(\frac{P_2 + P_3}{2} \right) + \dots + A_{n-1} \left(\frac{P_{n-1} + P_n}{2} \right)}{A_1 + A_2 + \dots + A_{n-1}} \quad (2.13)$$

P = Curah hujan tercatat (mm)

P_1, \dots, P_n = Curah hujan di stasiun pengukuran (mm)

A_n = Luas daerah pengaruh setiap stasiun (km^2)



Gambar 2.5 Metode Isohyet

Sumber: Drainase Perkotaan (Suripin: 2004)

2.1.10.2. Cara memilih Metode

1. Jaring-jaring pos penakar hujan
 - a. Jumlah pos penakar hujan cukup: metode isohyet, metode thiessen atau rata-rata aljabar dapat dipakai.
 - b. Jumlah pos penakar hujan terbatas : metode rata-rata aljabar atau thiessen
 - c. Pos penakar hujan terbatas : metode hujan titik

2. Luas DAS

- a. DAS besar ($> 5000 \text{ km}^2$) : metode isohyet
- b. DAS sedang ($500-5000 \text{ km}^2$) : metode thiessen
- c. DAS kecil ($<500 \text{ km}^2$) : metode rata-rata aljabar

3. Topografi DAS

- a. Pegunungan : metode isohyet
- b. Berbukit dan tidak beraturan : metode isohyet
- c. Dataran : metode rata-rata aljabar dan thiessen

2.1.11. Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Hubungan antara intensitas, lama hujan dan frekuensi hujan biasanya dinyatakan dalam lekung Intensitas-Durasi-Frekuensi (*IDF = Intensity-Duration-Frequency Curve*).

Lengkung IDF dapat dibuat dengan salah satu dari persamaan rumus berikut ini (Suripin: 2004) :

1. Rumus Talbot (1881)

Rumus ini banyak digunakan karena mudah diterapkan dan tetapan-tetapan a dan b diitentukan dengan harga-harga yang terukur.

$$I = \frac{a}{t+b} \dots\dots\dots (2.14)$$

Keterangan :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lama hujan (jam)

a dan b = Konstanta yang tergantung pada lamanya hujan yang terjadi di DAS

2. Rumus Sherman (1905)

Rumus ini cocok untuk jangka waktu curah hujan yang lamanya lebih dari 2 jam.

$$I = \frac{a}{t^n} \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan :

I = Intensitas hujan (m/jam)

t = Lama hujan (jam)

n = Konstanta

3. Rumus Ishiguro (1953)

$$I = \frac{a}{\sqrt{t}+b} \dots\dots\dots (2.16)$$

Keterangan :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lama hujan (jam)

a dan b = Konstanta yang tergantung pada lamanya hujan yang terjadi di DAS

4. Rumus Mononobe

Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, sedangkan yang ada hanya data curah harian.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (2.17)$$

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lamanya hujan (jam)

R_{24} = Curah hujan maksimum harian (24 jam) (mm)

2.1.12. Periode Ulang Hujan

Kala ulang atau Periode ulang dapat didefinisikan sebagai interval waktu dari suatu peristiwa yang mencapai suatu harga tertentu atau melampaui harga tersebut. Umumnya data hidrologi yang dipakai sebagai dasar perhitungan I (Intensitas) rencana, adalah data curah hujan harian maksimum tahunan yang hanya terjadi sekali setiap tahunnya. Maka fungsi waktunya adalah tahunan. Periode ulang tahunan adalah rerata selang waktu perkiraan terjadinya banjir (Kodoatie: 2013).

2.1.13. Analisis Frekuensi dan Probabilitas

Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamain atau dilampaui. Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Penerapan distribusi kemungkinan ini akan membantu mengolah data.

Analisis frekuensi diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik yang manual maupun yang otomatis. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan dimasa yang akan datang. Dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu (Suripin: 2004).

Dalam analisis statistik data terdapat parameter-parameter yang dapat membantu dalam menentukan jenis sebaran yang tepat. Jenis-jenis distribusi yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi Gauss. Fungsi densitas peluang normal (*PDF = Probability Density Function*) yang paling dikenal adalah bentuk bell dan dikela sebagai distribusi normal. PDF distribusi normal dapat dituliskan dalam bentuk rata-rata dan simpangan bakunya, sebagai berikut (Suripin: 2004) :

$$P(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2} \right] - \infty \leq x \leq \infty \dots\dots\dots (2.18)$$

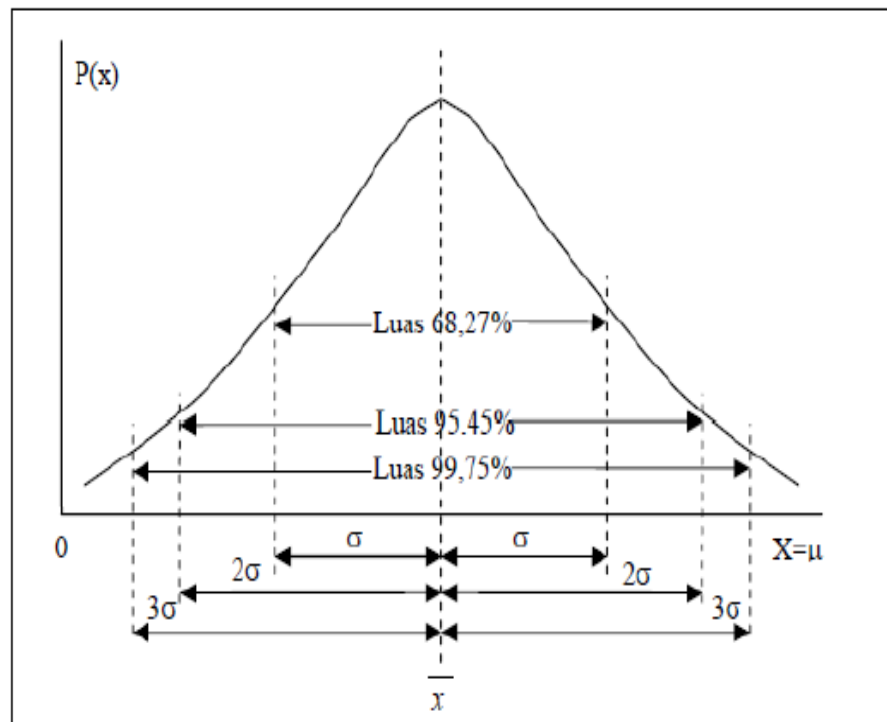
Keterangan :

$P(X)$ = Fungsi densitas peluang normal (ordinat kurva normal)

X = Variabel acak kontinu

μ = Rata-rata nilai X

σ = Simpangan baku dari nilai X



Gambar 2.6 Kurva Distribusi Frekuensi Normal

Sumber: Drainase Perkotaan (Suripin: 2004)

Berikut rumus umum untuk distribusi normal yaitu :

$$X_T = \bar{X} + K_T S \dots\dots\dots (2.19)$$

Keterangan :

X_t = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahun

\bar{X} = Nilai rata-rata hitung variat

S = Deviasi standar nilai variat

K_T = Faktor frekuensi

Nilai faktor K_T umumnya sudah tersedia dalam tabel (Lampiran 2) untuk mempermudah perhitungan. Tabel tersebut dinamakan sebagai tabel nilai variable reduksi Gauss (*Variabel reduced Gauss*).

2. Distribusi Log Normal

Fungsi kerapatan distribusi log normal, jika variabel acak $Y = \text{Log } X$ terdistribusikan secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi log normal.

Sehingga dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut : (Suripin: 2004)

$$Y_T = \bar{Y} + K_T S \dots\dots\dots (2.20)$$

Keterangan :

Y_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

\bar{Y} = Nilai rata-rata hitung variat

S = Deviasi standar nilai variat

K_T = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang yang digunakan untuk analisis peluang (lampiran 2)

3. Distribusi Log Pearson III

Salah satu dari distribusi dari serangkaian distribusi yang dikembangkan Pearson yang menjadi perhatian para ahli sumber daya air adalah Log-Pearson Type III (Suripin: 2004). Terdapat tiga parameter penting dalam LP. III, yaitu:

- a. Harga rata-rata
- b. Simpangan baku
- c. Koefisien kemencengan (jika koefisien kemencengan nol, distribusi kembali ke distribusi log normal)

Berikut ini langkah-langkah penggunaa distribusi log pearson III (Suripin: 2004)

1. Ubah data kedalam bentuk logaritmis, $X = \log X$
2. Hitung harga rata-rata:

$$\log \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i \dots\dots\dots (2.21)$$

3. Hitung harga simpangan baku:

$$s = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2 \right]^{0.5} \dots\dots\dots (2.21)$$

4. Hitung koefisien kemencengan:

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \dots\dots\dots (2.22)$$

5. Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T:

$$\log X_T = \log \bar{X} + K \cdot s \dots\dots\dots (2.23)$$

Variabel K adalah variabel standar untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan G. Harga K untuk Log-Pearson III dapat dilihat pada lampiran 4

4. Distribusi Gumbel

Tujuan teori statistik nilai-nilai ekstrim adalah untuk menganalisis hasil pengamatan nilai-nilai ekstrim tersebut untuk memperkirakan nilai-nilai ekstrim berikutnya (E.J Gumbel: 1941)

Apabila jumlah populasi yang terbatas (sampel), maka persamaannya adalah sebagai berikut:

$$X_T = X + S \cdot \bar{K} \dots\dots\dots (2.24)$$

Keterangan:

X_T = Besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun

\bar{X} = Harga rata-rata dari data curah hujan

S = Simpangan baku data hujan

K = Faktor frekuensi

Faktor probabilitas K untuk harga-harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots (2.25)$$

Keterangan:

Y_n = *Reduced mean* sebagai fungsi dari banyak n data (pada lampiran 5)

Y_{tr} = *Reduced variate* sebagai fungsi banyak periode ulang T-tahun (Pada lampiran 6)

S_n = *Reduced standard deviasi* sebagai fungsi dari banyaknya n data (Lampiran 7)

2.1.14. Uji Kecocokan Distribusi

Diperlukan parameter untuk menguji kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat mewakili distribusi frekuensi tersebut. pengujian parameter yang sering dipakai adalah Chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogrov (Suripin: 2004) :

1. Uji Chi-kuadrat

Uji Chi-kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang dipilih dapat mewakili distribusi statistic sampel data yang dianalisis. Uji Chi-kuadrat juga untuk memenuhi syarat yang dijadikan dasar dalam menentukan debit air rencana dengan periode ulang tertentu. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter X^2 , yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Suripin: 2004) :

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2.26)$$

Keterangan:

X_h^2 = Parameter Chi-kuadrat terhitung

G = Jumlah sub kelompok

O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok i

E_i = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i

Prosedur Uji Chi-kuadrat adalah sebagai berikut:

- a. Urutkan data pengamatan (dari besar kekecil atau sebaliknya)
- b. Kelompokkan data menjadi G sub grup yang masing-masing beranggotakan minimal 4 data pengamatan
- c. Jumlah data pengamatan berdasarkan O_i tiap tiap sub-grup
- d. Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar E_i

- e. Pada tiap sub-grup hitung nilai:

$$(O_i - E_i) \text{ dan } \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

- f. Jumlah seluruh G sub-grup nilai $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ untuk menentukan nilai chi-kuadrat terhitung.

- g. Tentukan derajat kebebasan $dk = G - R - 1$ (nilai $R = 2$ untuk distribusi normal dan binomial)

Interpretasi hasil uji adalah sebagai berikut:

- Apabila peluang lebih dari 5%, maka persamaan distribusi yang digunakan dapat diterima
- Apabila peluang kurang dari 1% maka persamaan distribusi yang digunakan tidak dapat diterima
- Apabila peluang berada diantara 1%-5% maka tidak mungkin mengambil keputusan, misal perlu data tambahan.

Nilai kritis untuk distribusi chi-kuadrat dapat dilihat pada Lampiran 8

2. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan non parametric, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu (Suripin:2004). Prosedur pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

- Urutkan data (dari besar kekecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2), \text{ dan seterusnya}$$

- b. Urutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya)

$$X_1 = P'(X_1)$$

$$X_2 = P'(X_2), \text{ dan seterusnya}$$

- c. Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya antar peluang pengamatan dengan peluang teoritis.\

$$D = \text{maksimum } [P(X_n) - P'(X_n)]$$

- d. Berdasarkan tabel nilai kritis (*Smirnov-Kolmogorov test*) tentukan harga D_0 dari Lampiran 9

2.1.15. Koefisien Limpasan

Koefisien limpasan merupakan nilai banding antara bagian hujan yang membentuk limpasan langsung dengan hujan total yang terjadi (Triatmodjo:2008). Koefisien limpasan untuk tiap bagian daerah yang memiliki fungsi lahan yang berbeda dapat dihitung dengan rumus:

$$C = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A_i} \dots\dots\dots (2.27)$$

Keterangan:

C_i = koefisien limpasan untuk daerah luasan A_i

A_i = luasan dengan nilai C yang berbeda

$\sum A_i$ = penjumlahan semua luasan dengan nilai C yang berbeda

Untuk mempermudah perhitungan koefisien limpasan, dapat dilihat pada Tabel 2.3. Tabel tersebut terdapat angka-angka koefisien limpasan pada masing-masing fungsi lahan.

Tabel 2.3 Koefisien Limpasan

No	Deskripsi Lahan / Karakter Permukaan	Koefisien C
1.	Bisnis <ul style="list-style-type: none"> • Perkotaan • Pinggiran 	0,70-0,95 0,50-0,70
2.	Perumahan <ul style="list-style-type: none"> • Rumah tinggal • Multiunit terpisah, terpisah • Multiunit tergabung • Perkampungan • Apartemen 	0,30-0,50 0,40-0,60 0,60-0,75 0,25-0,40 0,50-0,70
3.	Industry <ul style="list-style-type: none"> • Ringan • Berat 	0,50-0,80 0,60-0,90
4.	Perkerasan <ul style="list-style-type: none"> • Aspal dan beton • Batu bata, paving 	0,70-0,95 0,50-0,70
5.	Atap	0,75-0,95
6.	Halaman, tanah berpasir <ul style="list-style-type: none"> • Datar 2% • Rata-rata 2-7% • Curam 7% 	0,05-0,10 0,10-0,15 0,15-0,20
7.	Halaman tanah berat <ul style="list-style-type: none"> • Datar 2% • Rata-rata 2-7% • Curam 7% 	0,13-0,17 0,18-0,22 0,25-0,35
8.	Halaman kereta api	0,10-0,35
9.	Taman tempat bermain	0,20-0,35
10.	Taman, perkuburan	0,10-0,25
11.	Hutan <ul style="list-style-type: none"> • Datar, 0-5% • Bergelombang, 5-10% • Berbukit, 10-30% 	0,10-0,40 0,25-0,50 0,30-0,60

Sumber: Suripin: 2004

2.1.16. Waktu Konsentrasi (t_c)

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan saat air hujan jatuh pada titik awal hulu saluran sampai hilir saluran (Kirpich:1994). Salah satu metode untuk memperkirakan waktu konsentrasi adalah rumus sebagai berikut :

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{100 \times s} \right)^{0,385} \dots\dots\dots (2.28)$$

Waktu konsentrasi dapat juga dihitung dengan membedakannya menjadi dua komponen komponen, yaitu (1) waktu yang diperlukan air untuk mengalir dipermukaan lahan sampai saluran terdekat t_0 dan (2) waktu perjalanan dari pertama masuk saluran sampai titik keluaran t_d , sehingga;

$$t_c = t_1 + t_2 \dots\dots\dots (2.29)$$

Dimana

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \times \frac{nd}{\sqrt{S}} \right)^{0,167} \dots\dots\dots (2.30)$$

dan

$$t_2 = \frac{L}{60 \times V} \dots\dots\dots (2.31)$$

Keterangan:

n = angka kekasaran Manning

S = Kemiringan lahan

L = Panjang lintasan aliran diatas permukaan lahan (m)

L_s = Panjang lintasan aliran didalam saluran (m)

V = Kecepatan aliran di dalam saluran (m/detik)

Selain rumus Kirpich, ada beberapa rumus waktu konsentrasi yang lain yang telah dikembangkan sebagai berikut;

Metode SCD average velocity charts (1975, 1986) dengan rumus

$$t_c = \frac{1}{60} \sum \frac{L}{V} \dots\dots\dots (2.32)$$

dimana

L = Panjang lintasan aliran, ft

V = Kecepatan rata-rata, ft/dt

2.1.17. Perhitungan Debit Banjir Rencana

Cara menghitung debit banjir rencana tergantung pada data yang tersedia. Apabila data debit yang tersedia tidak cukup panjang, sedangkan data curah hujan tersedia cukup panjang, maka debit hujan rencana dapat dihitung dengan metode rasional (*modified rational method*). Asumsi dasar yang ada selama ini adalah bahwa kala ulang debit ekuivalen dengan kala ulang hujan. Debit rencana untuk daerah perkotaan pada umumnya dikehendaki pembuangan air yang secepatnya, agar jangan ada genangan air atau banjir pada daerah perkotaan tersebut. Untuk memenuhi tujuan ini saluran-saluran harus disesuaikan dengan debit rancangan. (Soemarto:1999)

Faktor-faktor yang menentukan sampai berapa tinggi genangan air yang diperbolehkan agar tidak menimbulkan kerugian pada masyarakat perkotaan adalah:

1. Berapa luas daerah yang akan tergenang (sampai batas tinggi yang diperbolehkan)
2. Berapa lama waktu penggenangan itu

Suatu daerah perkotaan umumnya merupakan bagian dari suatu daerah aliran yang lebih luas dan pada daerah aliran ini sudah ada sistem jaringan drainase alami. Perencanaan dan pengembangan sistem bagi suatu daerah perkotaan yang baru harus diselaraskan dengan sistem drainase alami yang sudah ada, agar keadaan aslinya dapat dipertahankan sejauh mungkin.

$$Q_r = 0,2778.C.I.A \dots\dots\dots (2.33)$$

Keterangan :

Q_p = Debit puncak aliran (m³/detik)

C = Koefisien limpasan (*run off*)

C_s = Koefisien penampungan

I = Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (m/detik)

A = Luas daerah aliran genangan air/banjir (km²)

2.1.18. Kapasitas Saluran

Kapasitas adalah tingkat kemampuan memproduksi secara optimum dari sebuah fasilitas biasanya dinyatakan sebagai jumlah output pada satu periode waktu tertentu. Kapasitas saluran adalah tingkat kemampuan saluran menyalurkan air sehingga tidak menimbulkan genangan.

Seorang insinyur Irlandia bernama Robert Manning (1889) mengemukakan sebuah rumus kapasitas Debit Saluran yang akhirnya diperbaiki menjadi rumus yang sangat terkenal yaitu sebagai berikut:

$$Q_s = V \cdot A = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.34)$$

Keterangan :

Q_s = Kapasitas debit saluran (m³/detik)

A = Luas penampang aliran dalam (km²)

R = Jari-jari hidrolis (m), yaitu luas penampang aliran dibagi dengan keliling basah

S = Kemiringan Saluran

n = Koefisien Kekasaran Manning (Lampiran 1)

2.2. Penelitian Relevan

Untuk mendukung penelitian ini, berikut dikemukakan hasil penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian ini:

1. Judul Penelitian : **“Evaluasi Dimensi Saluran Drainase Jalan Raya (Studi Genangan Air Pada Jalan DI Panjaitan, Kebon Nanas, Kecamatan Jatinegara, Jakarta Timur)”**

Peneliti : Dewi Ronestya Suryandari (2015) / Universitas Negeri Jakarta

Hasil Penelitian : Mengidentifikasi kondisi saluran drainase yang kurang berfungsi sebagaimana mestinya. Dimensi saluran pada kondisi sebelum kajian adalah sebagai berikut; bentuk saluran trapesium, dimensi saluran sebelum kajian ; untuk tipe 1 ukuran lebar penampang atas 1,75 m, lebar penampang bawah 1,23 m, kedalaman 1 m, panjang saluran 350 m; untuk tipe 2 ukuran lebar penampang atas 2,25 m, lebar penampang bawah 1,48 m, kedalaman 1,45 m, panjang saluran 500 m. Setelah perencanaan ulang didapatkan perubahan sebagai berikut ; untuk tipe 1 ukuran lebar penampang atas dan lebar penampang bawah 1,95 m; untuk tipe 2 ukuran lebar penampang atas dan lebar penampang bawah 2,25 m.

2. Judul Penelitian : **“Kajian Sistem Drainase di Daerah Jalan Swadarma Raya, Jakarta Selatan”**

Peneliti : Amalia Prima Putri (2012) / Institut Pertanian Bogor

Hasil Penelitian : Mengidentifikasi kondisi saluran drainase yang kurang berfungsi sebagaimana mestinya. Dimensi saluran pada kondisi sebelum kajian adalah sebagai berikut; bentuk saluran persegi, dimensi saluran sebelum kajian ; ukuran lebar 0,60 m, kedalaman 0,55 m.

Setelah perencanaan ulang didapatkan perubahan sebagai berikut ;
ukuran lebar 0,60 m, kedalaman 0,85 m

3. Judul Penelitian : **“Evaluasi Saluran Drainase Pada jalan Pasar I Di Kelurahan Tanjung Sari Kecamatan Medan Selayang (Studi Kasus)”** Peneliti : Kreshna Eka Madani Agung Titah (2013) / Universitas Islam Sumatera Utara

Hasil Penelitian : Mengidentifikasi kondisi saluran drainase yang kurang berfungsi sebagaimana mestinya. Dimensi saluran pada kondisi sebelum kajian adalah sebagai berikut; bentuk saluran persegi, dimensi saluran sebelum kajian ; tipe 1 ukuran lebar 1,2 m, kedalaman 1,1 m; tipe 2 ukuran lebar 1,3 m, kedalaman 1,2 m. Dimensi tidak mencukupi untuk menampung debit air yang masuk. Q eksisting = $3,209 \text{ m}^3/\text{det}$ sedangkan Q rasional = $3,648 \text{ m}^3/\text{det}$

2.3. Kerangka Berpikir

Jalan merupakan aspek terpenting dalam lalu lintas terlebih pada daerah perkotaan, karena pada jalan terjadi lalu lintas yang dapat menunjang factor-faktor untuk memenuhi kebutuhan hidup masyarakat. Namun, tahun-tahun belakangan ini semakin mencuat masalah banjir yang menggenang di berbagai daerah khususnya di Kota Tangerang. Banjir dan genangan membuat aktivitas masyarakat terhambat dan jalan menjadi rusak parah dan berlubang dimana-mana.

Saluran drainase sangat dibutuhkan untuk mengalirkan air buangan rumah tangga dan juga air hujan dari satu tempat ke tempat lain agar air tidak menggenang dan menimbulkan air meluber ke tempat yang seharusnya bebas dari air. Dalam pembuatan drainase pun harus berukuran tepat dan juga setelah

drainase sudah tersedia harus dilakukan perawatan secara berkala agar tidak mengalami pendangkalan dan kerusakan yang membuat drainase kurang berfungsi dengan baik.

Kasus genangan yang terjadi pada jalan Prof. Dr. Hamka, Gaga, Kecamatan Larangan, Tangerang, merupakan genangan yang melumpuhkan lalu lintas dan menghambat segala kegiatan disekitarnya. Terlebih daerah ini jalur penting yang menghubungkan beberapa kawasan. Oleh karena itu, sangat besar kerugian apabila jalan ini tidak bisa dilalui masyarakat.

Selanjutnya penulis melakukan penelitian terhadap genangan yang terjadi dengan cara mengumpulkan dan mengolah data-data primer yang mencakup gambaran umum wilayah kecamatan Larangan, data curah hujan sepuluh tahun terakhir dari BMKG, debit awal saluran drainase, kondisi wilayah asal, dan data lain yang terkait. Setelah itu penulis menghitung curah hujan dan intensitas curah hujan maksimum dan juga menghitung debit banjir rencana yang akan dihasilkan pada saluran tersebut dengan tujuan untuk mengetahui kapasitas daya tampung saluran. Kemudian bila kapasitas daya tampung saluran tidak mencukupi akan dilakukan perencanaan ulang dimensi saluran yang tepat agar dapat mengatasi genangan air.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penyusunan penelitian ini adalah untuk merencanakan ulang saluran drainase jalan raya sebagai salah satu upaya alternatif dalam mengatasi permasalahan genangan air di Jalan Prof. Dr. Hamka, Kelurahan Gaga, Kecamatan Larangan, Kota Tangerang dimana genangan air dan banjir kerap terjadi pada saat hujan besar.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Jalan Prof. Dr. Hamka, Kelurahan Gaga, Kecamatan Larangan, Kota Tangerang, Provinsi Banten. Sebagai salah satu lokasi rawan banjir di Kota Tangerang apabila terjadi hujan deras.

Waktu kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2017/2018. Tepatnya pada bulan Oktober sampai Desember 2017.

3.3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dipilih adalah metode survey lapangan yaitu metode ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan-hubungannya. Dalam hal ini perencanaan dilakukan dengan mengutip sumber dari buku, jurnal, berita dan juga observasi langsung ke lokasi yang akan dikaji. Sedangkan untuk perhitungan dan perencanaan mengikuti pedoman perencanaan saluran dan petunjuk standar perencanaan dan peraturan yang ditetapkan oleh Departemen Pekerjaan Umum pada SNI 03-3424-1994 mengenai Tata Cara

Perencanaan Drainase Permukaan jalan, dan referensi-referensi lainnya dari penelitian yang relevan.

3.4. Teknik Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data yang diperlukan untuk perencanaan ini, penulis mendapatkan beberapa data dari sumber yang berbeda. Untuk data primer mengenai dimensi saluran drainase eksisting penulis melakukan pengukuran langsung. Untuk data sekunder mengenai curah hujan didapat dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika ; dan Balai Pengelola Sumber Daya Air Cidurian-Cisadane, mengenai data genangan didapat dari bagian Sumber Daya Air Dinas Pekerjaan Umum Kota Tangerang dan survey lapangan dan observasi.

3.4.1. Tahapan Pengumpulan Data

Sebelum mengumpulkan data dan mengolah data, terdapat tahapan persiapan yang perlu dilaksanakan. Tahapan-tahapan persiapannya adalah sebagai berikut:

1. Studi pustaka terhadap materi untuk menemukan garis besar dari penelitian yang diangkat.
2. Mengidentifikasi data-data yang diperlukan dalam penelitian.
3. Menentukan instansi terkait yang bisa dijadikan narasumber dan memperoleh data penelitian.
4. Membuat surat izin penelitian
5. Survey lokasi untuk mendapatkan gambaran umum mengenai kondisi eksisting objek penelitian.

3.4.2. Instrumen Penelitian

Untuk mendapatkan data-data yang diperlukan dalam penelitian ini maka penulis melakukan pengumpulan data, antara lain dengan cara:

1. Metode Dokumen

Metode dokumen dilakukan dengan cara mengumpulkan, mengidentifikasi dan mengolah sumber pustaka perencanaan yang dapat berupa berita, jurnal, riset, data tertulis, laporan peraturan SNI, dan sumber lain yang relevan dengan objek penelitian.

2. Metode Observasi

Metode observasi dalam pengumpulan data adalah dengan melakukan pengamatan langsung terhadap lokasi penelitian untuk mengetahui kondisi eksisting dan juga untuk mendapatkan data primer dan sekunder antara lain:

- a. Data curah hujan bulanan selama 10 tahun terakhir di 3 stasiun hujan terdekat dengan lokasi penelitian yaitu titik stasiun hujan Cipondoh, Serpong dan Ciputat.
- b. Data dan informasi gambaran umum wilayah objek penelitian dari masyarakat dan pemerintah setempat.
- c. Standarisasi perencanaan, sumber referensi, cara perhitungan dan data-data yang terkait dengan drainase perkotaan dari Dinas Pekerjaan Umum.

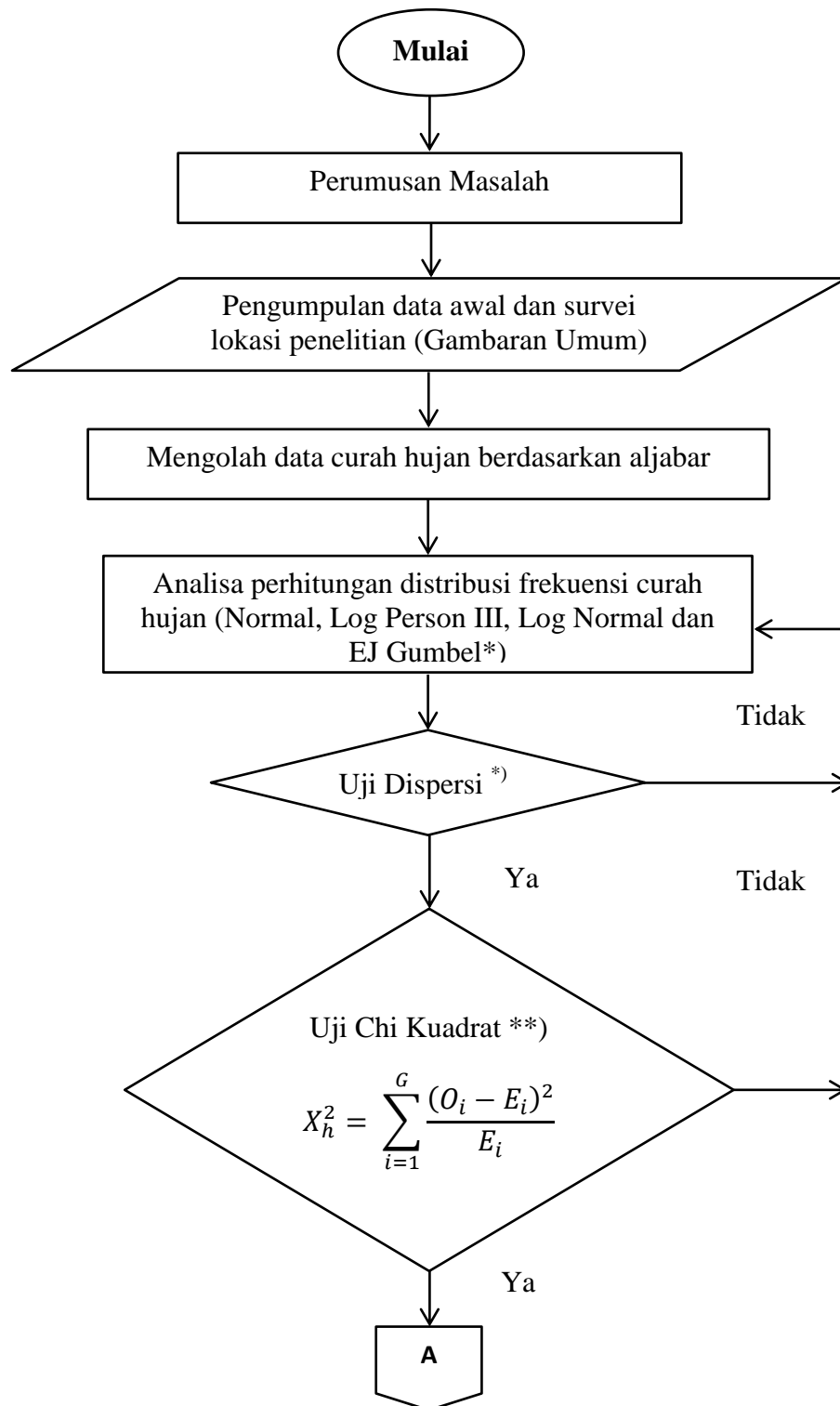
3.5. Teknik Kajian

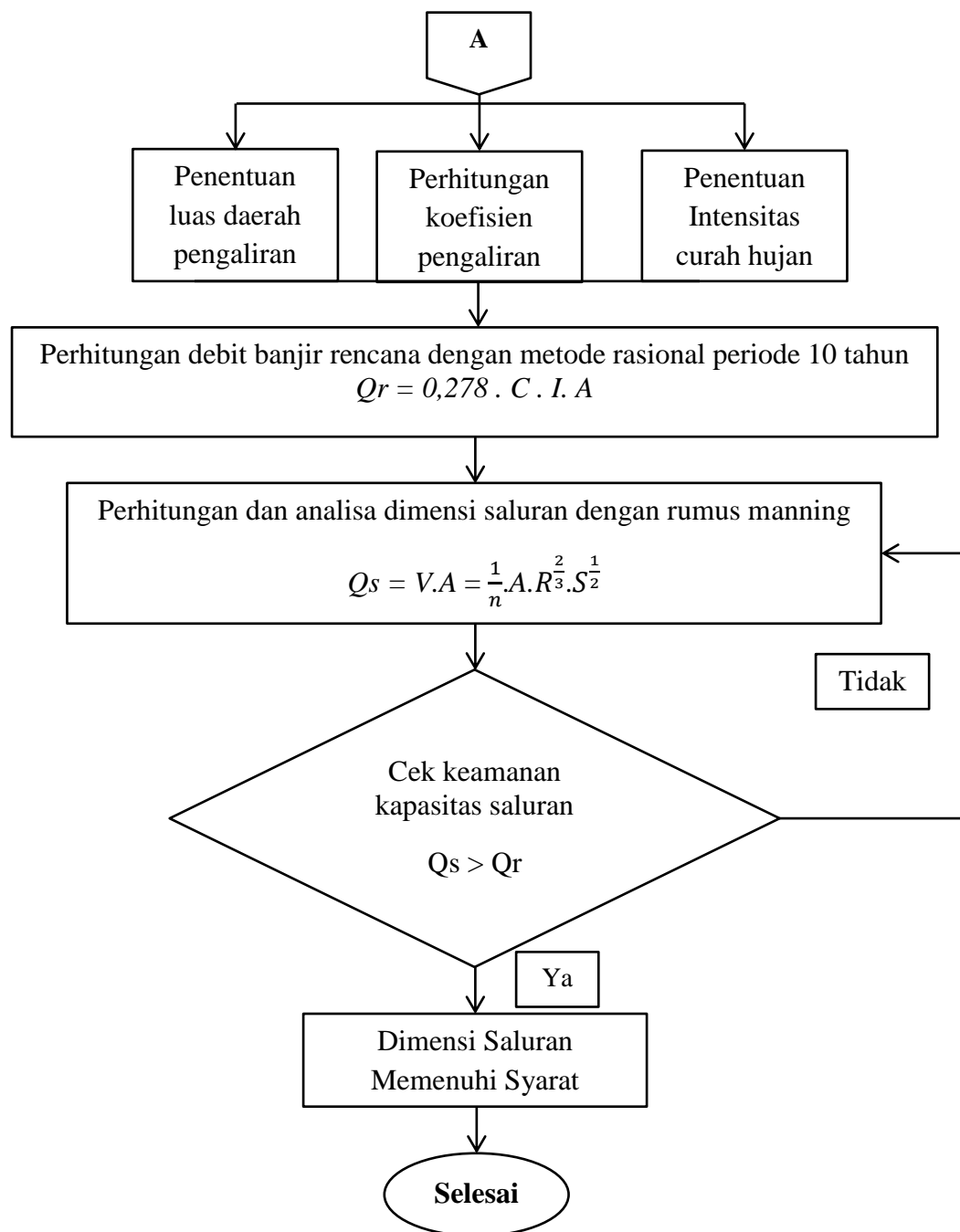
Berikut ini adalah beberapa langkah yang perlu dilaksanakan untuk merencanakan dan melengkapi data penelitian, antara lain:

1. Perumusan masalah yang ada

2. Data curah hujan bulanan selama sepuluh tahun terakhir dari tiga stasiun hujan terdekat dengan lokasi penelitian yaitu titik stasiun hujan Cipondoh, Serpong dan Ciputat.
3. Menganalisis data curah hujan maksimum pada periode ulang t tahun dengan menggunakan rumus aljabar.
4. Melakukan analisis data curah hujan dengan Metode Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log Pearson III dan Gumbel.
5. Menguji distribusi frekuensi curah hujan yang direncanakan dengan melakukan kecocokan dengan Chi Kuadrat.
6. Menghitung Intensitas curah hujan rata-rata dengan rumus Mononobe.
7. Menentukan koefisien pengaliran (c).
8. Menghitung debit rencana menggunakan Metode rasional.
9. Menghitung daya tampung debit air dari saluran drainase eksisting

3.6. Diagram alur Penelitian





Gambar Diagram Alur Penelitian

Sumber Penulis 2017

Keterangan

*) Untuk analisa jenis Distribusi Frekuensi Curah hujan, berikut ini syarat yang harus dipenuhi (Triatmodjo:2006) :

- a. Distribusi Gumbel, $C_s \approx 1,1396$ dan $C_k \approx 5,4002$
- b. Log Normal, $C_s = 3 C_v + C_v^2$ dan $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
- c. Log-Pearson III, $C_s \approx 0$, $C_k \approx 0$
- d. Normal $C_s = 0$, $C_k = 3$

**) Untuk Interpretasi Uji Chi Kuadrat dengan nilai kritis yang ditunjukkan pada tabel distribusi Chi-Kuadrat (Uji Satu Sisi), (Suripin:2004):

- a. Peluang $\geq 5\%$, maka persamaan distribusi dapat diterima
- b. $1\% < \text{Peluang} < 5\%$, maka tidak mungkin mengambil keputusan, diperlukan data tambahan.
- c. Peluang $\leq 1\%$, maka persamaan distribusi tidak dapat diterima

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Data

Menurut SNI 02-2406-1991 mengenai Tata Cara Perencanaan Umum Drainase Perkotaan dapat digunakan data primer dan sekunder. Data dan persyaratan untuk perencanaan drainase perkotaan dijelaskan sebagai berikut:

4.1.1. Data Primer

Data Primer adalah data dasar yang sangat dibutuhkan dalam perencanaan drainase perkotaan, yang diperoleh dari lapangan maupun dengan berdasarkan hitungan langsung, mencakup:

- (1) Data permasalahan dan data kuantitatif pada setiap lokasi genangan atau banjir yang meliputi luas, lama, kedalaman rata-rata dan frekuensi genangan.
- (2) Data keadaan fungsi, sistem, geometri dan dimensi saluran.
- (3) Data daerah pengaliran sungai atau saluran meliputi topografi, hidrologi, morfologi sungai, sifat tanah, tataguna tanah dan sebagainya
- (4) Data prasarana dan fasilitas kota yang telah ada dan yang direncanakan.

4.1.2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data tambahan yang dipergunakan dalam perencanaan drainase perkotaan yang sifatnya menunjang dan melengkapi data primer, terdiri atas:

- (1) Rencana pengembangan kota
- (2) Geoteknik
- (3) Foto udara

Sebelah Utara : Kecamatan Karang Tengah

Sebelah Selatan : Kota Tangerang Selatan

Sebelah Timur : Kota Jakarta Selatan

Sebelah Barat : Kecamatan Ciledug

4.1.4. Data Teknis

Didapatkan dua data teknis dalam penelitian ini, yaitu data jalan dan saluran drainase eksisting. Berdasarkan observasi lapangan atau pengamatan langsung, didapat data teknis jalan:

Tabel 4.1 Data Jalan

Data	Keterangan
Nama Jalan	Jalan Prof. Dr. Hamka
Fungsi	Jalan Utama
Konstruksi	Hotmix
Lebar (m)	5
Panjang (m)	625
Luas (m ²)	3125

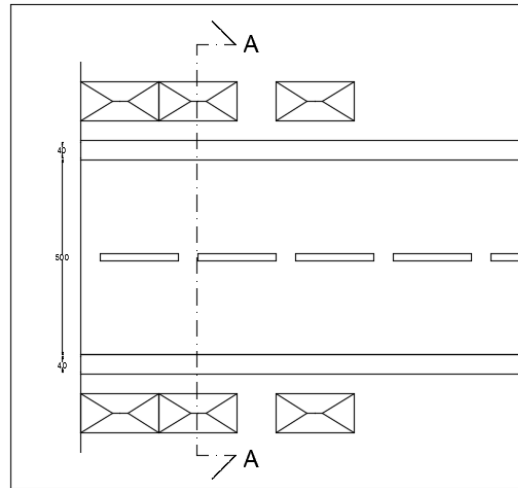
Sumber: Perhitungan

Sedangkan data teknis saluran yang juga didapat dari hasil observasi adalah sebagai berikut:

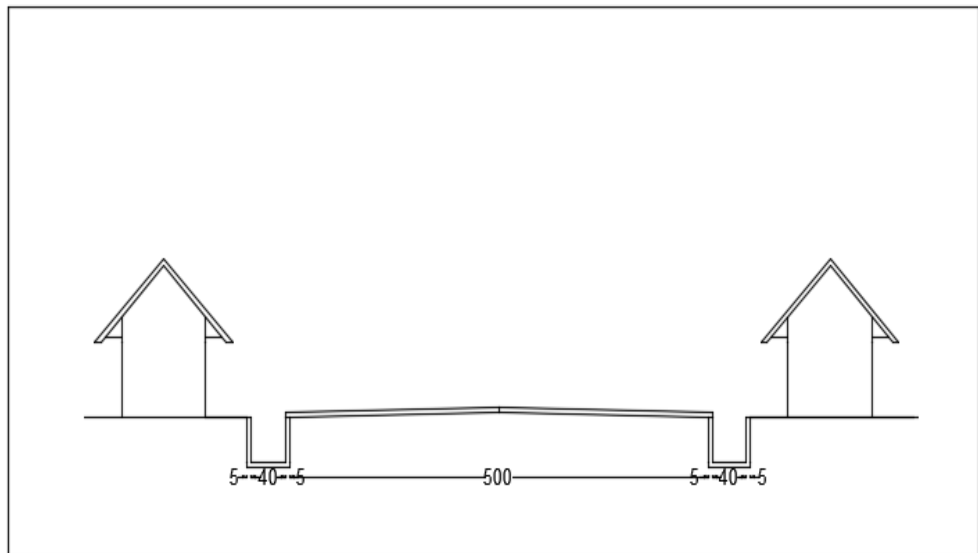
Tabel 4.2 Data Saluran Drainase

Aspek Saluran	Keterangan
Jenis Penampang	Persegi Panjang
Material	Batu Kali
Lebar (m)	0,40
Kedalaman (m)	0,45
Sudut (°)	90°
Panjang (m)	625

Sumber: Perhitungan



(a)



(b)

Gamabar 4.2 (a) Penampang Jalan Raya (b) Saluran Drainase Eksisting

4.2. Analisis Penelitian

4.2.1. Perhitungan Curah Hujan (Hidrologi)

Data yang diperlukan dalam analisis hidrologi adalah data curah hujan yang didapat dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) pusat menggunakan tiga stasiun curah hujan, yaitu stasiun Cipondoh, Ciputat dan Serpong. Pengambilan data dilakukan dalam rentan waktu sepuluh tahun, yaitu

pada tahun 2007 sampai dengan tahun 2016. Tabel data curah hujan pada stasiun hujan Cipondoh, Ciputat dan Serpong dilampirkan.

Berikut dibawah ini hasil perhitungan dari curah hujan maksimum daerah dengan metode Aljabar dari jangka waktu 2007 s/d 2016, yaitu:

Tabel 4.3 Data Curah Hujan Maksimum Stasiun Ciputat

THN	BULAN (mm)												MAX THN
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
2007	182	681	131	0	0	104	0	0	0	239	143	261	680.5
2008	185	431	86	80.5	85	10	10	0	0	97.5	273	139	430.5
2009	241	318	197	177	310	105	92	35	0	193	212	-	318
2010	182	193	116	45.5	234	280	258	216	440	416	204	228	440.5
2011	139	189	123	0	116	51.5	73.5	4.5	99.5	169	88	109	188.5
2012	288	230	155	362	251	73.5	0	26	49.5	163	440	311	440
2013	405	218	175	244	219	59	100	240	48	151	246	253	404.5
2014	620	386	148	180	330	144	323	130	20	33	292	133	620
2015	319	304	255	260	189	30	0	38.5	0	12	120	182	319
2016	148	232	231	315	287	332	233	274	282	280	275	61	332
MAX BULAN	620	681	255	362	330	332	323	274	440	416	440	311	

Sumber: Balai Pengelola Sumber Daya Air Cidurian-Cisadane

Tabel 4.4 Data Curah Hujan Maksimum Stasiun Serpong

THN	BULAN (mm)												MAX THN
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
2007	130	242	69	219	116	149	41	45	83	0	162	271	271
2008	185	431	86	80.5	85	10	10	0	0	97.5	273	139	431
2009	251	258	117	143	235	191	70	0	51	330	308	178	330
2010	261	195	222	60	334	131	157	253	425	400	210	149	425
2011	191	202	145	0	163	43	116	0	63	150	154	82	202
2012	272	237	98	260	217	54	15	30	65	112	246	253	272
2013	427	308	231	179	213	90	280	97	112	165	176	362	427
2014	464	304	190	137	264	174	164	79	30	67	176	84	464
2015	212	224	201	154	131	49	15	35	0	0	130	144	224
2016	165	193	109	128	74	79	148	148	110	152	249	81	249
MAX BULAN	464	431	231	260	334	191	280	253	425	400	308	362	

Sumber: Balai Pengelola Sumber Daya Air Cidurian-Cisadane

Tabel 4.5 Data Curah Hujan Maksimum Stasiun Cipondoh

THN	BULAN (mm)												MAX THN
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
2007	140	826	248	228	85	176	54	115	75	105	305	289	826
2008	64	778	144	185	132	102	0	47	15	28	46	67	778
2009	449	296	228	204	223	92	50	45	29	141	431	213	449
2010	247	264	107	25	267	756	302	276	377	419	174	190	756
2011	299	227	230	232	110	40	68	0	35	123	265	244	299
2012	451	0	222	0	180	141	0	0	20	131	246	302	451
2013	487	277	128	109	234	162	330	47	79	168	230	368	487
2014	576	372	124	80	216	247	91	57	91	74	81	151	576
2015	702	463	229	161	63	30	0	0	0	0	37	133	702
2016	201	208	150	100	154	136	173	0	193	199	202	117	208
MAX BULAN	702	826	248	232	267	756	330	276	377	419	431	368	

Sumber: Balai Pengelola Sumber Daya Air Cidurian-Cisadane

4.2.1.1. Kelengkapan Data Curah Hujan

Apabila terdapat data yang kosong atau hilang pada data curah hujan yang didapat dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG), maka perlu dilakukan perhitungan kelengkapan data curah hujan dari ketiga stasiun curah hujan. Untuk melengkapinya digunakan metode rasional dengan rumus berikut:

$$r_x = \frac{1}{N} \left(\frac{R_x}{R_A} \cdot r_A + \frac{R_x}{R_B} \cdot r_B \right)$$

Dari data curah hujan stasiun Ciputat, Serpong dan Cipondoh dengan rentang waktu tahun 2007 hingga 2016 ditemukan satu data yang hilang. Data yang hilang berada di stasiun Ciputat pada bulan Desember 2009 yang selanjutnya dapat dihitung dengan cara:

	Ciputat (A)	Serpong (B)	Cipondoh (C)
R	156,58	177,67	200,08
r	-	178	213

$$rc = \frac{1}{3} \left\{ \left(\frac{R_{Ciputat}}{R_{Serpong}} \cdot r_{Serpong} \right) + \left(\frac{R_{Ciputat}}{R_{Cipondoh}} \cdot r_{Cipondoh} \right) \right\}$$

$$rc = \frac{1}{3} \left\{ \left(\frac{156,58}{177,67} \cdot 178 \right) + \left(\frac{156,58}{200,08} \cdot 213 \right) \right\} = 107,86 \text{ mm}$$

4.2.1.2. Curah Hujan Maksimum Daerah

Menghitung curah hujan maksimum daerah dengan cara menghitung curah hujan maksimum tahunan terlebih dahulu dengan menggunakan rumus Al-Jabar dengan syarat setelah data curah hujan dilengkapi, berikut adalah rumus Al-Jabar:

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n}$$

Selanjutnya dihitung rata-rata curah hujan maksimum pertahun pada ketiga stasiun didapat dari **Lampiran 16**, contoh untuk tahun 2007 yaitu:

$$\begin{aligned} P &= \frac{P_{Ciputat} + P_{Serpong} + P_{Cipondoh}}{3} \\ &= \frac{357 + 367 + 458}{3} \\ &= 394 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Rata-Rata Curah Hujan Tahunan Daerah

Tahun	St. Ciputat (mm)	St. Serpong (mm)	St. Cipondoh (mm)	Curah Hujan Maksimum (mm)
2007	680.5	271	826	592.50
2008	430.5	430.5	778	546.33
2009	318	318	449	361.67
2010	440.45	440.45	756	545.63
2011	188.5	202	299	229.83
2012	440	272	451.3	387.77
2013	404.5	427	487	439.50
2014	620	464	576	553.33
2015	319	224	702	415.00
2016	332	249	208	263.00
			Σ	4334.57

Sumber: Perhitungan

4.2.1.3. Analisis Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Dalam menentukan distribusi frekuensi curah hujan digunakan cara Distribusi Normal, Log Normal, Log Person III, dan Gumbel. Perhitungan berdasarkan **Tabel 4.6** untuk selanjutnya data tersebut digunakan dalam analisa statistik untuk distribusi frekuensi pada metode Normal, Log Normal, Log Person dan Gumbel yang kemudian akan dipilih jenis distribusi frekuensi yang sesuai dengan nilai ketentuan dispersi.

Tabel 4.7 Hasil Hitungan Data Curah Hujan Rata-Rata Maksimum Daerah Setelah Diurutkan

No.	Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm)
1	2007	592.50
2	2014	553.33
3	2008	546.33
4	2010	545.63
5	2013	439.50
6	2015	415.00
7	2012	387.77
8	2009	361.67
9	2016	263.00
10	2011	229.83
Σ		4334.57

Sumber: Perhitungan

a. Distribusi Normal

Tabel 4.8 Analisis Frekuensi Distribusi Normal

No.	Tahun	Curah Hujan (X_i) (mm)	$X_i - X$	$(X_i - X)^2$
1	2007	592.50	159.04	25294.78
2	2014	553.33	119.88	14370.42
3	2008	546.33	112.88	12741.14
4	2010	545.63	112.18	12583.60
5	2013	439.50	6.04	36.52
6	2015	415.00	-18.46	340.65

No.	Tahun	Curah Hujan (X_i) (mm)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
7	2012	387.77	-45.69	2087.58
8	2009	361.67	-71.79	5153.80
9	2016	263.00	-170.46	29055.48
10	2011	229.83	-203.62	41462.46
N = 10	Σ	4334.57	0.00	143126.43

Sumber: Perhitungan

Dalam perhitungan distribusi normal dibutuhkan nilai curah hujan rata-rata dan standar deviasi, yakni:

1. Rata-rata Curah Hujan (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{4334.57}{10} = 433.457 \text{ mm}$$

2. Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{143126.43}{9}} = 126.107$$

3. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{126.107}{433.457} = 0.291$$

4. Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \times \sum (X_i - \bar{X})^3}{9 \times n \times S^3} = \frac{10 \times (-5271455.28)}{9 \times 10 \times 126.107^3} = -0.365$$

5. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{100 \times \sum (X_i - \bar{X})^4}{9 \times n \times 7 \times S^4} = \frac{100 \times 3761412053.93}{9 \times 10 \times 7 \times 126.107^4} = 2.951$$

Menentukan nilai faktor frekuensi (K_T) yang dapat dilihat dalam tabel nilai

Variabel Reduksi Gauss yang terdapat dalam **Lampiran 10** dengan rumus:

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S$$

Dalam periode ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 didapatkan perhitungan:

$$\text{a.) } T_2 \rightarrow X_T = 433.457 + (0 \times 126.107) = 433.457 \text{ mm}$$

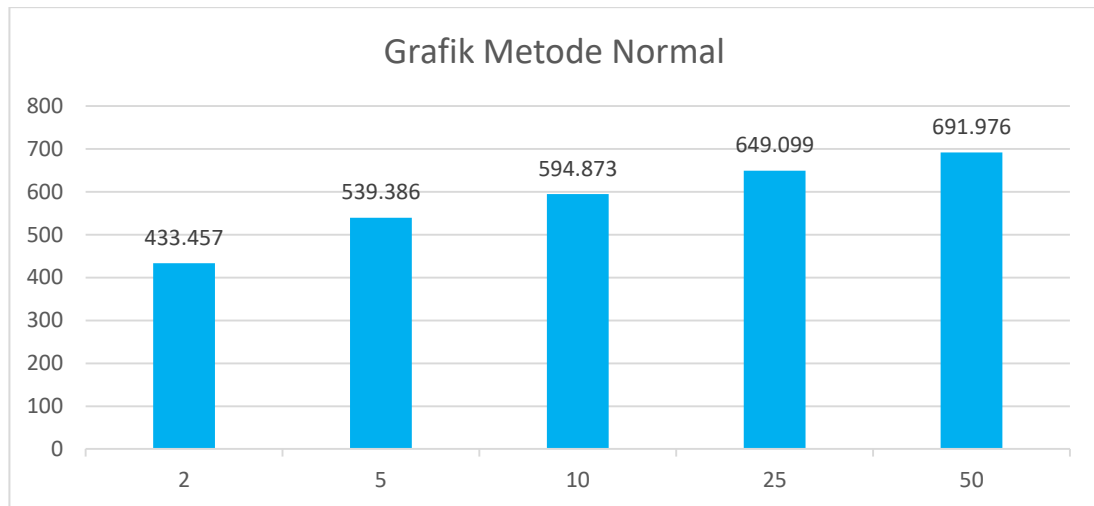
$$\text{b.) } T_5 \rightarrow X_T = 433.457 + (0.84 \times 126.107) = 539.386 \text{ mm}$$

$$c.) T_{10} \rightarrow X_T = 433.457 + (1,28 \times 126.107) = 594.873 \text{ mm}$$

$$d.) T_{25} \rightarrow X_T = 433.457 + (1,71 \times 126.107) = 649.099 \text{ mm}$$

$$e.) T_{50} \rightarrow X_T = 433.457 + (2,05 \times 126.107) = 691.976 \text{ mm}$$

Dari perhitungan di atas maka dapat digambarkan grafik seperti di bawah ini:



Gambar 4.3 Grafik Curah Hujan Distribusi Normal

Sumber: Perhitungan

b. Distribusi Log Normal

Tabel 4.9 Analisis Frekuensi Curah Hujan Distribusi Log Normal

No.	Tahun	Curah Hujan (X _i) (mm)	Log X _i	Log X _i - LogX	(log X _i - LogX) ²
1	2007	592.500	2.773	0.155	0.024
2	2014	553.333	2.743	0.125	0.016
3	2008	546.333	2.737	0.120	0.014
4	2010	545.633	2.737	0.119	0.014
5	2013	439.500	2.643	0.025	0.001
6	2015	415.000	2.618	0.000	0.000
7	2012	387.767	2.589	-0.029	0.001
8	2009	361.667	2.558	-0.060	0.004
9	2016	263.000	2.420	-0.198	0.039
10	2011	229.833	2.361	-0.257	0.066
N = 10	Σ	4334.57	26.18	0.00	0.18

Sumber: Perhitungan

Dalam perhitungan distribusi Log Normal, diperlukan curah hujan rata-rata dan standar deviasi sebagai berikut:

1. Rata-rata Curah Hujan (\bar{X})

$$\text{Log} \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log} X_i}{n} = \frac{26.18}{10} = 2.618 \text{ mm}$$

$$\bar{X} = 10^{2.618} = 414.954 \text{ mm}$$

2. Standar Deviasi (S)

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \text{Log} \bar{X})^2}{n-1} \right]^{0.5} = \left[\frac{0.18}{9} \right]^{0.5} = 0.141$$

3. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\text{Log} \bar{X}} = \frac{0.141}{2.618} = 0.054$$

4. Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \times \sum (X_i - \bar{X})^3}{9 \times n \times S^3} = \frac{10 \times (-0.016)}{9 \times 10 \times 0.141^3} = -0.789$$

5. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{100 \times \sum (X_i - \bar{X})^4}{9 \times 8 \times 7 \times S^4} = \frac{100 \times 0.007}{9 \times 8 \times 7 \times 0.141^4} = 3.60$$

Selanjutnya ditentukan nilai curah hujan dengan periode ulang dengan rumus berikut:

$$Y_T = \bar{Y} + K_T \cdot S \text{ Sementara, } \bar{X} = 10^{Y_T}$$

Untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 berikut didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\text{a.) } Y_2 = 2.618 + (0 \times 0.141) = 2.618$$

$$\bar{X} = 10^{2.618} = 414.886 \text{ mm}$$

$$\text{b.) } Y_5 = 2.618 + (0.84 \times 0.141) = 2.736$$

$$\bar{X} = 10^{2.736} = 544.608 \text{ mm}$$

$$c.) Y_{10} = 2.618 + (1,28 \times 0,141) = 2.798$$

$$\bar{X} = 10^{2.798} = 628.021 \text{ mm}$$

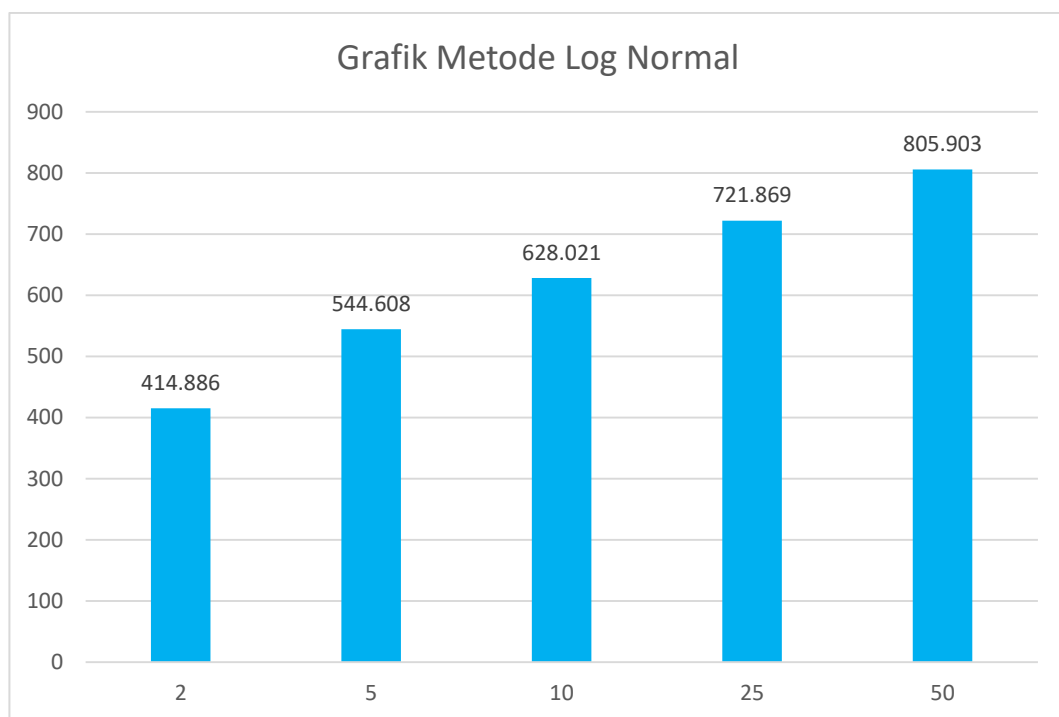
$$d.) Y_{25} = 2.618 + (1,71 \times 0,141) = 2.858$$

$$\bar{X} = 10^{2.858} = 721.869 \text{ mm}$$

$$e.) Y_{50} = 2.618 + (2,05 \times 0,141) = 2.906$$

$$\bar{X} = 10^{2.906} = 805.903 \text{ mm}$$

Dari perhitungan di atas maka dapat digambarkan grafik seperti di bawah ini:



Gambar 4.4 Grafik Curah Hujan Distribusi Log Normal

Sumber: Perhitungan

c. Distribusi Log Person III

Dalam distribusi Log Person III, data curah hujan harian maksimum yang sudah dihitung sebelumnya dimasukkan ke dalam perhitungan Distribusi Log Person III dalam bentuk tabel.

Tabel 4.10 Analisis Frekuensi Curah Hujan Metode Log Person III

No.	Tahun	Curah Hujan (X _i) (mm)	Log X _i	LogX _i -LogX	(logX _i -LogX) ²
1	2007	592.500	2.773	0.155	0.024
2	2014	553.333	2.743	0.125	0.016
3	2008	546.333	2.737	0.120	0.014
4	2010	545.633	2.737	0.119	0.014
5	2013	439.500	2.643	0.025	0.001
6	2015	415.000	2.618	0.000	0.000
7	2012	387.767	2.589	-0.029	0.001
8	2009	361.667	2.558	-0.060	0.004
9	2016	263.000	2.420	-0.198	0.039
10	2011	229.833	2.361	-0.257	0.066
N=10	Σ	4334.57	26.18	0.00	0.18

Sumber: Perhitungan

Dalam perhitungan distribusi Log Person III, dibutuhkan beberapa parameter yakni curah hujan rata-rata, standar deviasi, dan nilai kemencengan dengan perhitungan sebagai berikut:

1. Rata-rata Curah Hujan (\bar{X})

$$\text{Log}\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n} = \frac{26.18}{10} = 2.618 \text{ mm}$$

$$\bar{X} = 10^{2.618} = 414.954 \text{ mm}$$

2. Standar Deviasi (S)

$$\sigma = 126.107$$

3. Simpangan Baku (SB)

$$SB = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \text{Log}\bar{X})^2}{n - 1} \right]^{0.5} = \left[\frac{0.18}{9} \right]^{0.5} = 0.141$$

4. Koefisien Kemencangan (G)

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log Xi - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2).S^3} = \frac{10.(-0.016)}{(9.8.0,141^3)} = -0,789$$

5. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{\sigma}{\bar{X}} = \frac{126.107}{414.954} = 0,3039$$

6. Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \times \sum (Xi - \bar{X})^3}{9 \times 8 \times S^3} = \frac{10 \times (-0.016)}{9 \times 8 \times 0,141^3} = -0,789$$

7. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{100 \times \sum (Xi - \bar{X})^4}{9 \times 8 \times 7 \times S^4} = \frac{100 \times 0,007}{9 \times 8 \times 7 \times 0,141^4} = 3,60$$

Berdasarkan Tabel Nilai K untuk Distribusi Log Person III pada **Lampiran 11**, maka nilai K dapat ditentukan, namun karena nilai -0,789 tidak ada maka dihitung melalui cara interpolasi.

Tabel 4.11 Nilai K Hasil Distribusi Log Person III

No.	Periode Ulang (T)	Koefisien (G)	Nilai K
1.	2	-0.789	0.130
2.	5	-0.789	0.856
3.	10	-0.789	1.168
4.	25	-0.789	1.452
5.	50	-0.789	1.612

Sumber: Perhitungan

Setelah didapatkan nilai koefisien kemencengan dengan nilai periode ulang sebesar 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun, maka selanjutnya perhitungan frekuensi curah hujan dengan rumus Log Person III:

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K \cdot S$$

Maka perhitungan Log Person III untuk setiap periode ulang adalah:

$$\text{a.) } \text{Log } X_2 = 2,618 + (0,130 \times 0,141) = 2,636$$

$$X_2 = 10^{2,636} = 432,684 \text{ mm}$$

$$\text{b.) } \text{Log } X_5 = 2,618 + (0,856 \times 0,141) = 2,738$$

$$X_5 = 10^{2,806} = 547,447 \text{ mm}$$

$$\text{c.) } \text{Log } X_{10} = 2,618 + (1,168 \times 0,141) = 2,782$$

$$X_{10} = 10^{2,879} = 605,622 \text{ mm}$$

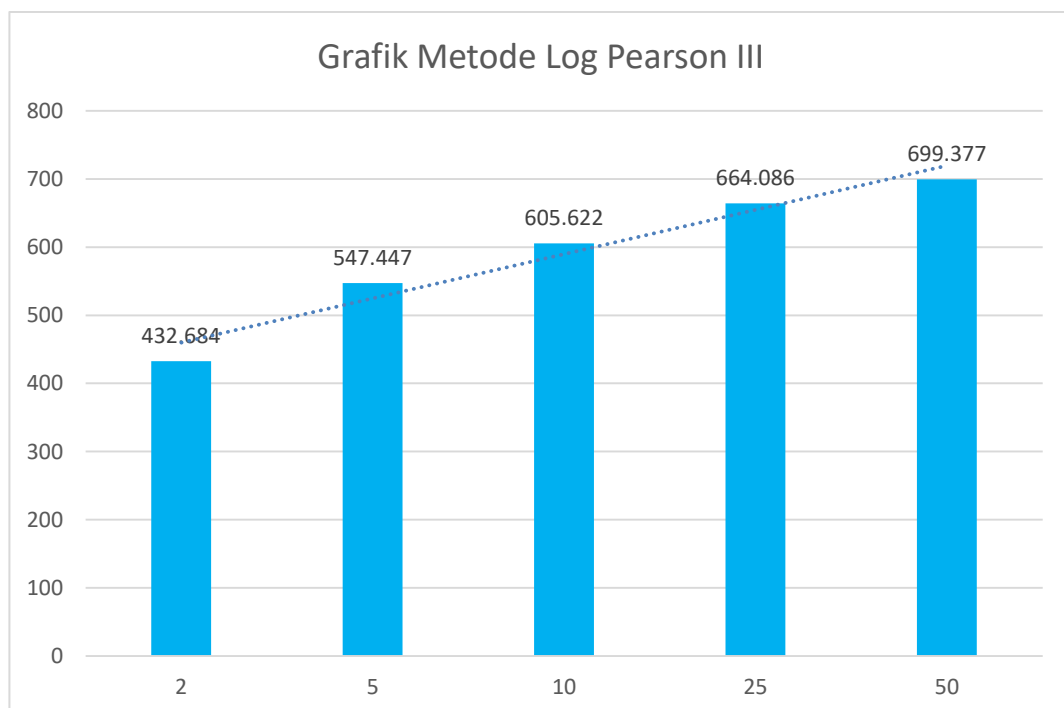
$$\text{d.) } \text{Log } X_{25} = 2,618 + (1,452 \times 0,141) = 2,822$$

$$X_{25} = 10^{2,962} = 664,086 \text{ mm}$$

$$\text{e.) } \text{Log } X_{50} = 2,618 + (1,612 \times 0,141) = 2,845$$

$$X_{50} = 10^{3,019} = 699,377 \text{ mm}$$

Dari perhitungan di atas maka dapat digambarkan grafik seperti di bawah ini:



Gambar 4.5 Grafik Curah Hujan Distribusi Log Person III

Sumber: Perhitungan

d. Distribusi Gumbel

Tabel 4.12 Analisis Curah Hujan Metode Distribusi Gumbel

No.	Tahun	Curah Hujan (X _i) (mm)	X _i - X	(X _i - X) ²
1	2007	592.50	159.04	25294.78
2	2014	553.33	119.88	14370.42
3	2008	546.33	112.88	12741.14
4	2010	545.63	112.18	12583.60
5	2013	439.50	6.04	36.52
6	2015	415.00	-18.46	340.65
7	2012	387.77	-45.69	2087.58
8	2009	361.67	-71.79	5153.80
9	2016	263.00	-170.46	29055.48
10	2011	229.83	-203.62	41462.46
N = 10	Σ	4334.57	0.00	143126.43

Sumber: Perhitungan

Dalam perhitungan distribusi Gumbel dibutuhkan nilai curah hujan rata-rata dan standar deviasi dengan perhitungan sebagai berikut:

1. Rata-rata Curah Hujan (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{4334,57}{10} = 433,457 \text{ mm}$$

2. Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{143126.43}{9}} = 126.107$$

Selanjutnya bisa didapatkan nilai *Reduced Mean* (Y_n) dari **Tabel 2.2**, *Reduced Standard Deviation* (S_n) dari **Tabel 2.3** dan *Reduced Variate* (Y_{tr}) dari **Tabel 2.4**. Pada Tabel 4.13 Nilai Y_{tr}, Y_n, dan S_n didapatkan, yaitu:

Tabel 4.13 Nilai Y_n, S_n, dan Y_{tr} untuk Periode Ulang (T)

No.	Periode Ulang (T)	Jumlah Tahun (N)	Y _n	S _n	Y _{tr}
1.	2	10	0.4952	0.9496	0.3668
2.	5	10	0.4952	0.9496	1.5004

No.	Periode Ulang (T)	Jumlah Tahun (N)	Y_n	S_n	Y_{tr}
3.	10	10	0.4952	0.9496	2.251
4.	25	10	0.4952	0.9496	3.1993
5.	50	10	0.4952	0.9496	3.9028

Sumber: Tabel Ketentuan

Menghitung curah hujan rencana untuk periode ulang dengan menggunakan metode Gumbel.

$$X_{tr} = X + \left(\frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} \cdot S \right)$$

$$a.) X_2 = 433,457 + \left(\frac{0,3668-0,4952}{0,9496} \cdot 126.107 \right) = 416.405 \text{ mm}$$

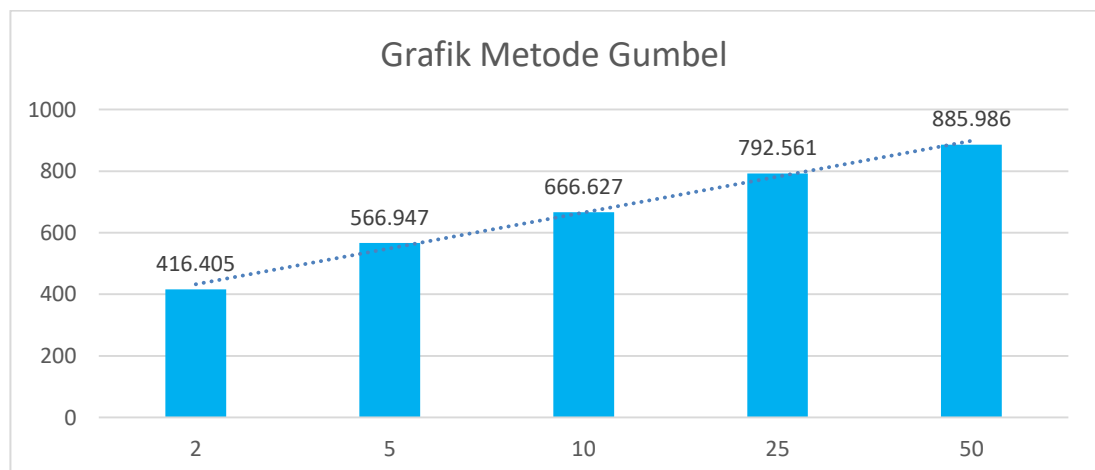
$$b.) X_5 = 433,457 + \left(\frac{1,5004-0,4952}{0,9496} \cdot 126.107 \right) = 566.947 \text{ mm}$$

$$c.) X_{10} = 433,457 + \left(\frac{2,251-0,4952}{0,9496} \cdot 126.107 \right) = 666.627 \text{ mm}$$

$$d.) X_{25} = 433,457 + \left(\frac{3,1993-0,4952}{0,9496} \cdot 126.107 \right) = 792.561 \text{ mm}$$

$$e.) X_{50} = 433,457 + \left(\frac{3,902-0,4952}{0,9496} \cdot 126.107 \right) = 885.986 \text{ mm}$$

Berikut ini adalah grafik yang didapat dari perhitungan frekuensi curah hujan dengan metode distribusi Gumbel:



Gambar 4.6 Grafik Curah Hujan Distribusi Gumbel

Sumber: Perhitungan

4.2.1.4. Uji Dispersi dan Uji Chi-kuadrat

1. Uji Dispersi

Setelah distribusi frekuensi menggunakan metode Normal, Log Normal, Log Pearson III dan Gumbel, maka dapat disimpulkan Curah Hujan (X_{tr}) pada tabel 4.14 berikut yaitu:

Tabel 4.14 Nilai Curah Hujan Rencana (X_{tr}) dengan Distribusi Frekuensi

No.	Periode Ulang (T)	Normal (mm)	Log Normal (mm)	Log Pearson III (mm)	Gumbel (mm)
1	2	433.457	414.886	432.684	416.405
2	5	539.386	544.608	547.447	566.947
3	10	594.873	628.021	605.622	666.627
4	25	649.099	721.869	664.086	792.561
5	50	691.976	805.903	699.377	885.986

Sumber: Perhitungan

Tabel 4.15 Nilai Hasil Uji Dispersi

JENIS DISTRIBUSI	SYARAT	PERHITUNGAN	KESIMPULAN
Normal	$C_s \approx 0$	-0,365	Memenuhi
	$C_k \approx 3$	2,951	
Gumbel	$C_s \approx 1,14$	-0,365	Tidak Memenuhi
	$C_k \approx 5,4$	2,951	
Log Normal	$C_s \approx 3C_v + C_v^3 \approx 0,161$	-0,789	Tidak Memenuhi
	$C_k \approx C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 \approx 3,046$	3,60	
Log Pearson III	C_s (tanpa kriteria)	-0,789	Memenuhi
	C_k (tanpa kriteria)	3,60	

Sumber: Perhitungan

2. Uji Chi Kuadrat

a. Distribusi Log Pearson III

Uji Chi Kuadrat digunakan untuk menentukan agar persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

Perhitungan dalam pengujian chi kuadrat adalah sebagai berikut:

1. Kelas

$$K = 1 + (3,322 \log n) = 1 + (3,33 \log n) = 4,32 \approx 4$$

2. Derajat Kebebasan (Dk)

$$Dk = 4 - R - 1 = 4 - 2 - 1 = 1$$

$$3. E_i = \frac{N}{G} = \frac{10}{4} = 2,5$$

$$4. \Delta X = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{K-1} = \frac{2,773-2,361}{4-1} = 0,137$$

$$5. X_{\text{awal}} = X_{\min} - \frac{1}{2} \Delta X = 2,361 - 0,068 = 2,293$$

Tabel 4.16 Uji Chi Kuadrat Distribusi Log Person III

Nilai Batas Tiap Kelas	O _i	E _i	(O _i -E _i) ²	(O _i -E _i) ² /E _i
2,361<Xi<2,498	2	2.5	0.25	0.1
2,498<Xi<2,635	3	2.5	0.25	0.1
2,635<Xi<2,772	4	2.5	2.25	0.9
2,772<Xi<2,909	1	2.5	2.25	0.9
Jumlah	10	10	5	2

Sumber: Perhitungan

Dengan menggunakan signifikasi DK = 1 dan (α) = 0.05 diperoleh nilai Chi Kudrat kritis $X^2 = 3.841$. Dari hasil perhitungan diatas diperoleh X^2 hitung = 2 < X^2 tabel = 3,841, maka distribusi memenuhi syarat.

b. Distribusi Normal

Uji Chi Kuadrat digunakan untuk menentukan agar persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

Perhitungan dalam pengujian chi kuadrat adalah sebagai berikut:

6. Kelas

$$K = 1 + (3,322 \log n) = 1 + (3,33 \log n) = 4,32 \approx 4$$

7. Derajat Kebebasan (Dk)

$$Dk = 4 - R - 1 = 4 - 2 - 1 = 1$$

$$8. E_i = \frac{N}{G} = \frac{10}{4} = 2,5$$

$$9. \Delta X = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{K-1} = \frac{229,833 - 592,500}{4-1} = 120,889$$

$$10. X_{\text{awal}} = X_{\min} - \frac{1}{2} \Delta X = 229,833 - 60,444 = 169,389$$

Tabel 4.16 Uji Chi Kuadrat Distribusi Log Person III

Nilai Batas Tiap Kelas	O _i	E _i	(O _i -E _i) ²	(O _i -E _i) ² /E _i
229,833<X _i <350,722	2	2.5	0.25	0.1
350,722<X _i <471,611	4	2.5	2.25	0.9
471,611<X _i <592,500	3	2.5	0.25	0.1
592,500<X _i <713,388	1	2.5	2.25	0.9
Jumlah	10	10	5	2

Sumber: Perhitungan

Dengan menggunakan signifikasi DK = 1 dan (α) = 0.05 diperoleh nilai Chi Kudrat kritis $X^2 = 3.841$. Dari hasil perhitungan diatas diperoleh X^2 hitung = 2 < X^2 tabel = 3,841, maka distribusi memenuhi syarat.

4.2.2. Debit Banjir Rencana (Q_r)

4.2.2.1. Koefisien Pengaliran (C)

Dalam penelitian drainase jalan, Koefisien Pengaliran (C) yang digunakan adalah pedoman perencanaan saluran yang ditetapkan oleh Departemen Pekerjaan Umum pada SNI 03-3424-1994 tentang Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan Raya, maka didapatkan koefisien pengaliran (C) untuk hubungan kondisi permukaan tanah tertentu, sebagai berikut yaitu:

- Koefisien C_1 (Jalan Beton dan Aspal) = 0,95
- Koefisien C_4 (Daerah Perkotaan) = 0,95
- Koefisien C_4 (Taman Tempat Bermain) = 0,35

Sementara, untuk penentuan luas daerah aliran untuk jalan raya diambil dengan perhitungan sebagai berikut:

- Luas $A_{1.1}$ (Jalan Beton dan Aspal) = $2.5 \text{ m} \times 625 \text{ m}$ = $1.562,5 \text{ m}^2$
- Luas $A_{1.2}$ (Jalan Beton dan Aspal) = $2.5 \text{ m} \times 73 \text{ m}$ = $182,50 \text{ m}^2$
- Luas A_2 (Daerah perkotaan) = $10 \text{ m} \times 625 \text{ m}$ = 6.250 m^2
- Luas A_4 (Taman tempat bermain) = $26 \text{ m} \times 26 \text{ m}$ = 676 m^2
- Luas keseluruhan = $1.562,5 \text{ m}^2 + 182,5 \text{ m}^2 + 676 \text{ m}^2 + 6.250 \text{ m}^2 = 8671 \text{ m}^2$

Selanjutnya menentukan nilai koefisien gabungan (C_w) yang dapat diperhitungkan adalah sebagai berikut:

$$C_w = \frac{(C_1 \times A_1) + (C_2 \times A_2) + \dots + (C_n \times A_n)}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

$$C_w = \frac{(0,95 \times (1.562,5 + 182,5)) + (0,95 \times 6250) + (0,35 \times 676)}{8671}$$

$$C_w = 0,903$$

4.2.2.2. Waktu Konsentrasi (t_c)

Waktu konsentrasi adalah waktu yang dibutuhkan saat air hujan jatuh pada titik awal hulu saluran sampai pada titik hilir saluran. Dengan terlebih dulu menghitung kemiringan dari hulu ke hilir.

Menghitung kemiringan:

$$S = \frac{22 - 18}{625} \times 100\% = 0,64\%$$

Menghitung waktu konsentrasi:

$$t_c = t_1 + t_2$$

$$t_{Aspal} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \times \frac{nd}{\sqrt{S}} \right)^{0,167} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 2,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,0064}} \right)^{0,167}$$

$$= 0,98 \text{ menit}$$

$$t_{perkotaan} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \times \frac{nd}{\sqrt{S}} \right)^{0,167} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 10 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,167}$$

$$= 1,12 \text{ menit}$$

$$t_{Taman} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \times \frac{nd}{\sqrt{S}} \right)^{0,167} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 15 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,003}} \right)^{0,167}$$

$$= 1,4 \text{ menit}$$

$$t_1 = t_{Aspal} + t_{perkotaan} + t_{Taman} = 0,98 + 1,4 + 1,12 = 3,51 \text{ menit}$$

$$t_2 = \frac{L}{60 \times V} = \frac{625}{60 \times 1,5} = 6,94 \text{ menit}$$

$$t_c = 3,51 + 6,94 = 10,45 \text{ menit} = 0,17 \text{ jam}$$

4.2.2.3. Analisis Intensitas Curah Hujan

Selanjutnya untuk merencanakan saluran drainase, perhitungan intensitas curah hujan yang digunakan adalah data analisis curah hujan Metode Distribusi

Log Person III dan Metode Distribusi Gumbel dengan perhitungan Mononobe seperti berikut:

$$I = \frac{90\% \times X_{tr}}{4}$$

Metode Log Person III

$$I = \frac{90\% \times 605,622}{4} = 136,265 \text{ mm/jam}$$

Metode Normal

$$I = \frac{90\% \times 594,873}{4} = 133,847 \text{ mm/jam}$$

Dari perhitungan intensitas hujan, angka yang digunakan untuk perencanaan saluran drainase pada jalan raya adalah yang terbesar yaitu dengan Metode Log Pearson III sebesar 136,265 mm/jam untuk periode ulang 10 tahun.

4.2.2.4. Perhitungan Debit Banjir Rencana (Q_r)

Dalam menghitung debit banjir rencana menggunakan metode debit banjir rasional dengan periode ulang 10 tahunan. Sementara, berdasarkan perhitungan sebelumnya telah didapatkan nilai koefisien pengaliran (C) sebesar 0,903, nilai Intensitas curah hujan (I) dengan periode ulang 10 tahun sebesar 136,265 mm/jam, dan luas aliran sebesar 8671 m².

$$Q_r = 0,2778 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$Q_r = 0,2778 \cdot 0,90 \cdot 136,265 \cdot 0,008671$$

$$Q_r = 0,297 \text{ m}^3/\text{det}$$

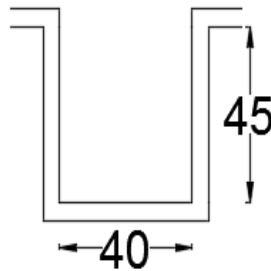
4.2.3. Analisis Hidrolika

Perencanaan saluran drainase adalah untuk saluran yang memiliki dimensi tertentu yang dapat menampung debit rencana pada daerah pengaliran.

Perencanaan saluran disesuaikan dengan saluran eksisting serta menurut kondisi daerahnya, maka direncanakan jenis dan bentuk saluran sebagai berikut:

4.2.3.1. Dimensi Saluran

a. Dimensi Saluran Eksisting



Gambar 4.7 Dimensi Saluran Eksisting Awal

Sumber: Penulis

- | | |
|---------------------------------|-------------------------|
| a) Bentuk saluran | = Persegi |
| b) Panjang Saluran | = 625 m |
| c) Kedalaman awal (h) | = 0,45 m |
| d) Lebar awal (b) | = 0,40 m |
| e) Luas Permukaan | = 0,18 m ² |
| f) Harga (n) manning | = 0,030 (Tabel manning) |
| g) Kemiringan dasar saluran (S) | = 0,0064 |
| h) Jari-jari hidrolis (R) | = 0,14 |

Dalam menentukan Radius Hidrolik (R) dibutuhkan nilai luas penampang dan keliling basah. Untuk luas penampang (A) dan keliling basah (P) diperoleh dari rumus:

$$\begin{aligned}
 P = \text{keliling} &= b + 2h \\
 &= 0,40 + 2(0,45) \\
 &= 1,3 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Maka, bisa diperhitungkan nilai Radius Hidrolik (R) sebesar:

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,18}{1,3} = 0,14 \text{ m}$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,030} \cdot 0,14^{\frac{2}{3}} \cdot 0,0005^{\frac{1}{2}} = 0,714 \text{ m/det}$$

Kecepatan aliran (V) dari hasil perhitungan yang didapatkan 0,714 m/det.

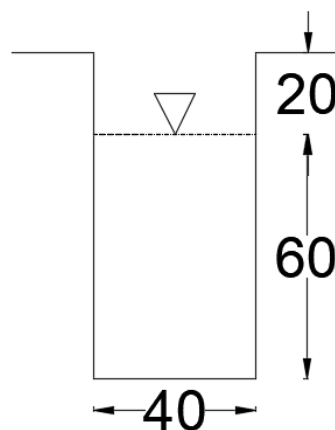
Sementara, kecepatan aliran yang diizinkan bagi pasangan batu adalah 1,5 m/det, artinya (V) sebesar 0,714 m/det bisa di pakai untuk perhitungan selanjutnya dan memenuhi syarat.

$$\begin{aligned} Q_s \text{ eksisting} &= V \times A \\ &= 0,714 \times 0,18 \\ &= 0,128 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Maka diketahui (Q_r) sebesar $0,297 \text{ m}^3/\text{det} > (Q_s) 0,128 \text{ m}^3/\text{det}$ tidak memenuhi syarat sehingga perlu perencanaan ulang dimensi.

b. Dimensi Saluran Rencana

1. Persegi



Gambar 4.8 Dimensi Saluran Rencana Persegi
Sumber: Penulis

- a) Bentuk Saluran = Persegi
- b) Panjang Saluran = 625 m

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, dapat ditentukan kedalaman saluran rencana adalah:

- a) Kedalaman (h) = 0,60 m
- b) Lebar Permukaan = 0,40 m
- c) Luas Permukaan (A) = $0,60 \times 0,40 = 0,24 \text{ m}^2$
- d) Harga (n) manning = 0,016 (Tabel manning)
- e) Kemiringan dasar saluran (S) = 0,0064
- f) Jari-jari hidrolis (R) = 0,15

Dalam menentukan Radius Hidrolik (R) dibutuhkan nilai luas penampang dan keliling basah. Untuk luas penampang (A) dan keliling basah (P) diperoleh dari rumus:

$$\begin{aligned}
 P = \text{keliling} &= b + 2h \\
 &= 0,40 + 2(0,60) \\
 &= 1,60 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Maka, bisa diperhitungkan nilai Radius Hidrolik (R) sebesar:

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,24}{1,6} = 0,15$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,016} \cdot 0,15^{\frac{2}{3}} \cdot 0,0064^{\frac{1}{2}} = 1,41 \text{ m/det}$$

$$\begin{aligned}
 Q_s \text{ rencana} &= V \times A \\
 &= 1,41 \times 0,24 \\
 &= 0,339 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

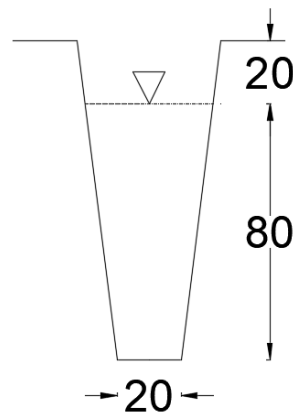
Tabel 4.17 Tinggi Jagaan Tanggul dan Saluran

Debit (m ³ /detik)	Tanggul (m)	Saluran (m)
<0,5	0,40	0,20
0,5-1,5	0,50	0,20
1,5-5,0	0,60	0,25
5,0-10,0	0,75	0,30
10,0-15,0	0,85	0,40
>15,0	1,00	0,50

Sumber: Pedoman Perencanaan Drainase Jalan

Karena debit banjir sebesar 0,297 m³/det < 0,5 m³/det, maka dipilih tinggi jagaan sebesar 0,20 m

2. Trapezium

**Gambar 4.9 Dimensi Saluran Rencana Trapezium**

Sumber: Penulis

- a) Bentuk Saluran = Trapezium
- b) Panjang Saluran = 625 m

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, dapat ditentukan kedalaman saluran rencana adalah:

- a) Kedalaman (h) = 0,80 m
- b) Lebar Permukaan (b) = 0,20 m

- c) Lebar samping (z) = 0.10 m
- d) Harga (n) manning = 0,016 (Tabel manning)
- e) Kemiringan dasar saluran (S) = 0,0064

Dalam menentukan Radius Hidrolik (R) dibutuhkan nilai luas penampang dan keliling basah. Untuk luas penampang (A) dan keliling basah (P) diperoleh dari rumus:

$$\begin{aligned}\text{Lebar atas (B)} &= b + 2 \times z \\ &= 0,2 + 2 \times 0,10 \\ &= 0,40 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P = \text{keliling} &= B + 2 \times \sqrt{(z^2 + h^2)} \\ &= 0,40 + 2 \times \sqrt{(0,10^2 + 0,80^2)} \\ &= 1,81 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A = \text{Luas} &= 0,5 \times (B+b) \times h \\ &= 0,5 \times (0,4 + 0,2) \times 0,80 \\ &= 0,240 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Maka, bisa diperhitungkan nilai Radius Hidrolik (R) sebesar:

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,240}{1,81} = 0,132$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

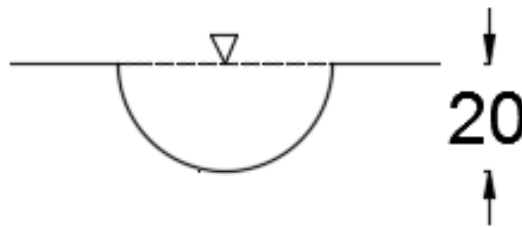
$$V = \frac{1}{0,016} \cdot 0,132^{\frac{2}{3}} \cdot 0,0064^{\frac{1}{2}} = 1,30 \text{ m/det}$$

$$\begin{aligned}Q_s \text{ rencana} &= V \times A \\ &= 1,30 \times 0,240 \\ &= 0,312 \text{ m}^3/\text{det}\end{aligned}$$

Karena debit banjir sebesar $0,297 \text{ m}^3/\text{det} < 0,5 \text{ m}^3/\text{det}$, maka dipilih tinggi jagaan sebesar 0,20 m

3. Setengah Lingkaran

- a) Bentuk Saluran = Setengah Lingkaran
- b) Panjang Saluran = 625 m



Gambar 4.10 Dimensi Saluran Rencana Setengah Lingkaran
Sumber: Penulis

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, dapat ditentukan kedalaman saluran rencana adalah:

- a) Kedalaman (h) = 0,20 m
- b) Luas Permukaan (A) $= \frac{\pi}{2}h = \frac{3,14}{2} \times 0,20^2 = 0,0628\text{m}^2$
- g) Harga (n) manning = 0,016 (Tabel manning)
- h) Kemiringan dasar saluran (S) = 0,0064
- i) Jari-jari hidrolis (R) = 0,1

Dalam menentukan Radius Hidrolik (R) dibutuhkan nilai luas penampang dan keliling basah. Untuk luas penampang (A) dan keliling basah (P) diperoleh dari rumus:

$$\begin{aligned}
 P = \text{keliling} &= \pi \times h \\
 &= 3,14 \times 0,20 \\
 &= 0,628 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Maka, bisa diperhitungkan nilai Radius Hidrolik (R) sebesar:

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,0628}{0,628} = 0,10$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,016} \cdot 0,10^{\frac{2}{3}} \cdot 0,0064^{\frac{1}{2}} = 1,08 \text{ m/det}$$

$$\begin{aligned} Q_s \text{ rencana} &= V \times A \\ &= 1,08 \times 0,0628 \\ &= 0,068 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Karena debit banjir sebesar $0,297 \text{ m}^3/\text{det} < 0,5 \text{ m}^3/\text{det}$, maka dipilih tinggi jagaan sebesar 0,20 m

Disimpulkan bahwa $Q_{s(\text{Persegi})} > Q_{s(\text{Trapezium})} > Q_{s(\text{Setengah Lingkaran})}$, yaitu $0,339 \text{ m}^3/\text{det} > 0,312 \text{ m}^3/\text{det} > 0,068 \text{ m}^3/\text{det}$. Maka dipilih saluran bentuk persegi karena dengan mempertimbangkan faktor luas penampang dan ketersediaan lahan paling mampu mengalirkan air paling besar

4.2.3.2. Perbandingan Debit Rencana dengan Kapasitas Daya Tampung Saluran

Debit rencana yang diakibatkan oleh besarnya intensitas curah hujan (Q_r) hidrologi dapat ditampung dan disalurkan menurut kapasitas (Q_s) hidrolika maka dapat disimpulkan:

$$\begin{aligned} Q_r \text{ Hidrologi} &= 0,2778 \cdot C \cdot I \cdot A \\ &= 0,297 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_s \text{ Hidrolika} &= V \cdot A \text{ rencana} \\ &= 0,339 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas disimpulkan bahwa $Q_s > Q_r$ berarti sudah memenuhi syarat perencanaan.

4.3. Hasil Penelitian

Setelah dilakukan perhitungan dan pengamatan pada saat penelitian, berikut ini adalah hasil perbandingan yang didapatkan untuk spesifikasi saluran drainase sebelum dan setelah penelitian.

Tabel 4.17 Hasil Perhitungan

Identifikasi Saluran	Saluran Sebelum Penelitian	Saluran Setelah Penelitian
Bentuk Saluran	Persegi	Persegi
Material Saluran	Pasangan Batu	Beton
Lebar Saluran (m)	0,40	0,40
Kedalaman Saluran (m)	0,45	0,60
Panjang Saluran (m)	625	625
Debit Air	Qr Hidrologi = 0,297 m ³ /det	
	Qs Hidrolika = 0,339 m ³ /det	

Sumber: Perhitungan

4.4. Pembahasan Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di jalan Prof. Dr. Hamka Kelurahan Gaga Kecamatan Larangan Kota Tangerang didapatkan hasil perhitungan bahwa intensitas curah hujan dari ketiga stasiun hujan yang terdiri dari Stasiun Ciputat, Stasiun Serpong dan Stasiun Cipondoh adalah 136,265 mm/jam., selain itu dari hasil analisis perencanaan diperoleh debit banjir rencana pada kawasan tersebut sebesar 0,297 m³/det, dan kapasitas daya tampung debit saluran eksisting yang ada sebesar 0,128 m³/det. Oleh karena itu disimpulkan bahwa kapasitas daya tampung debit saluran yang ada saat ini masih belum mencukupi debit banjir yang terjadi.

Dari penelitian didapatkan bahwa geangan air yang terjadi di Jalan Prof. dr. Hamka diakibatkan dari kurangnya kapasitas daya tampung debit saluran yang ada saat ini. Oleh karena itu, penulis memperbesar kapasitas daya tampung saluran tersebut agar dapat menampung sekaligus menyalurkan lebih besar debit banjir yang terjadi terutama saat musim penghujan. Penulis memperbesar daya tampung debit saluran dengan mendimensi ulang saluran eksisting dan mengubah material bahan dasar lapisan saluran dari pasangan batu menjadi beton, maka didapatkan nilai kapasitas daya tampung debit saluran sebesar 0,339 m³/det.

Selain mendapatkan hasil perhitungan, penulis juga melakukan pengamatan di lapangan. Dari pengamatan tersebut diperoleh beberapa penyebab genangan air di Jalan Prof. Dr. Hamka Kelurahan Gaga Kecamatan Larangan Kota Tangerang, yaitu:

1. Dimensi atau ukuran saluran drainase eksisting tidak ideal
2. Dibeberapa lokasi aliran pada saluran tersumbat sedimentasi
3. Kurangnya daerah resapan pada kawasan tersebut

Dari pembahasan di atas, penulis memberikan beberapa solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah genangan banjir di Jalan Prof. dr. hamka Kelurahan Gaga Kecamatan larangan Kota Tangerang, yaitu:

1. Memperbesar kapasitas daya tampung saluran drainase dengan cara mendimensi ulang dan mengubah material bahan dasar lapisan saluran.
2. Menormalisasi saluran dengan cara membersihkan dan mengeruk sedimentasi secara berkala.
3. Memanfaatkan lahan penghijauan dengan menanam tanaman agar menjadi resapan saat musim hujan.
4. Membuat lubang resapan biopori untuk mengalirkan air kedalam tanah.

4.5. Keterbatasan Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis menghadapi beberapa keterbatasan yang dapat mempengaruhi kondisi penelitian yang dilakukan. Adapun keterbatasan tersebut antara lain:

1. Data dari pemerintah daerah setempat mengenai spesifikasi jalan raya yang terbaru.
2. Data dari pemerintah daerah setempat mengenai spesifikasi saluran drainase jalan

BAB V

KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian saluran drainase pada Jalan Prof. Dr. Hamka, Kelurahan Gaga, Kecamatan, Kota Jakarta, maka didapatkan beberapa kesimpulan yang diuraikan sebagai berikut, yaitu:

1. Dari hasil perhitungan, kapasitas daya tampung saluran yang berbentuk persegi pada saluran drainase pada Jalan Prof. Dr. Hamka, Kelurahan Gaga adalah sebesar $0,128 \text{ m}^3/\text{detik}$. Oleh karena kapasitas tampung saluran eksisting $0,128 \text{ m}^3/\text{detik} < \text{debit banjir rencana } 0,297 \text{ m}^3/\text{detik}$ maka perlu dilakukan perancangan ulang pada saluran eksisting.
2. Untuk itu, saluran drainase pasangan batu yang berukuran $0,40 \text{ m} \times 0,45 \text{ m}$ perlu direncanakan ulang dengan mempertimbangkan bentuk saluran dan bahan material lapisan salurannya. Setelah dibandingkan antara bentuk persegi, trapesium dan setengah lingkaran, maka diperoleh bentuk saluran terbaik yaitu saluran yang berbentuk persegi dimensi $0,40 \times 0,60 \text{ m}$ paling mampu menghasilkan daya tampung kapasitas saluran terbesar yaitu $0,339 \text{ m}^3/\text{detik}$.

2.2. Implikasi

Sebagai suatu penelitian yang telah dilakukan di lingkungan yang sering terjadi ganangan air atau banjir maka kesimpulan yang ditarik tentu mempunyai implikasi dalam bidang drainase dan lingkungan, sehubungan dengan hal tersebut maka implikasi perlu dijabarkan sebagai berikut;

1. Dalam penelitian ini mengkaji kapasitas saluran drainsae jalan Prof. Dr. hamka, untuk penelitian selanjutnya bisa meninjau dari bidang respannya, perencanaan kolam tampung maupun pompa sebagai alternative pemecahan masalah lainnya,
2. Banjir atau genagan air yang terjadi di daerah perkotaan, khususnya daerah yang terletak di dataran rendah dekat pantai, dapat berasal dari tiga sumber; yaitu air kiriman dari hulu yang meluap dari sungai induk, hujan setempat, dan genangan akibat air pasang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa banjir yang terjadi di Jalan Prof. Dr. hamka adalah karena hujan setempat. Hal ini mengandung implikasi agar kedepannya masyarakat dan pemerintah daerah lebih memperhatikan lingkungannya sehingga banjir dapat diatasi.
3. Salah satu bentuk pengendalian banjir adalah mengkaji saluran drainase jalan. Karena saluran drainase jalan memiliki peran dalam mengalirkan air menuju saluran sekunder yang lebih besar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kondisi saluran drainase eksisting yang ada sudah tidak memenuhi syarat. Oleh karena itu perencanaan ulang saluran drainase jalan perlu dilakukan agar dapat menampung dan mengalirkan air hujan dengan baik. Dengan memperhatikan upaya-upaya lainnya seperti menjaga kebersihan lingkungan dan saluran, membuat lubang-lubang biopori untuk resapan dan melakukan penghijauan minimal untuk lingkungan di sekitar rumah.

2.3. Saran

Dengan melihat hasil perencanaan ulang saluran drainase pada Jalan Prof. Dr. Hamka, Kelurahan gaga, maka dapat disarankan beberapa hal berikut:

1. RT/RW/Kelurahan setempat harus selalu memberi himbauan pada penduduk untuk selalu menjaga kebersihan lingkungan.
2. RT/RW/Kelurahan setempat membuat jadwal kerja bakti untuk membersihkan lingkungan secara berkala agar saluran drainase di jalan tersebut tetap berfungsi optimal.
3. RT/RW/Kelurahan setempat memberikan *reward* untuk penduduk yang menjaga lingkungan sekitar rumahnya dengan baik.
4. Alternatif penanggulangan banjir yang lainnya adalah membuat lubang resapan biopori di depan rumah penduduk.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdeldayem, S. (2005). Agricultural Drainage : Towards an Integrated Approach. *Irrigation and Drainage System*, 19:71-87.
- [BSN) Badan Standar Nasional. (1991). SNI 03-2415-1991 *Metode Perhitungan Debit Banjir*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- [BSN) Badan Standar Nasional. (1991). SNI 03-3424-1994 *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Chow, Ven Te. (1997). *Hidrolika Saluran terbuka*. Terjemahan oleh Rosalina,E.V.N. Jakarta: Erlangga.
- [Depdiknas] Departemen Pendidikan Nasional. (2001). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Ed ke-3. Jakarta: Balai Pustaka.
- [DPU] Departemen Pekerjaan Umum. (2006). Pd. T.02-2006-B: *Perencanaan Sistem Drainase Jalan*. Jakarta: Pedoman Konstruksi Bangunan.
- Gunawan, Restu. (2010). *Gagalnya Sistem Kanal: Pengendalian Banjir Jakarta dari Masa ke Masa*. Jakarta: Kompas.
- Kodoatie, R. J. (2003). *Manajemen dan Rekayasa Infrastruktur*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Kodoatie, R.J. (2013). *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*. Yogyakarta: Andi Offset
- Long, A.R. (2007). Drainage Evaluation at the U. S. 50 JointSealent Experiment. *Transportation Engineering*, 1: 133.
- PP DKI Jakarta No. 1 tahun 2004. *Detail Tata Ruang dan Peraturan Zonasi*. Jakarta.

- Oglesby, Clarkson & Hicks, Gery. (1999). *Teknik Jalan Raya*. Terjemahan oleh Setianta, Purwo. Jakarta: Erlangga.
- Putri, Amalia. 2012. Kajian Sistem Drainase di Daerah Jalan Swadarma Raya, Jakarta Selatan. [Skripsi]. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- Riman. (2011). Evaluasi Sistem Drainase Perkotaan di Kawasan Metropolis Surabaya. *Jurnal Drainase Perkotaan* 19(2):39-46.
- Ronestya, Dewi. 2015. Evaluasi Dimensi Saluran Drainase Jalan Raya (Studi Genangan Air Pada Jalan DI Panjaitan, Kebon Nanas, Kecamatan Jatinegara, Jakarta Timur). [Skripsi]. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- Soemarto, C.D. (1999). *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi, Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Bandung: Nova.
- Sosrodarsono, Suyono dan Takeda, Kensaku. (2003). *Hidrologi untuk Pengairan* (terj.). Jakarta: Pradnya Paramita.
- Suhardjono. (2013). *Drainase perkotaan*. Malang: Universitas Brawijaya
- Sujonto. (1987). *Sistem Drainase Air Hujan yang Berwawasan Lingkungan*. Yogyakarta: Universitas Gadjah mada.
- Sukarto, Haryono. (1999). *Drainase Perkotaan*. Jakarta: Mediatama Saptakarya
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Yogyakarta: Andi.
- Titah, Kreshna Eka Madani Agung. 2013. Evaluasi Saluran Drainase Pada jalan Pasar I Di Kelurahan Tanjung Sari Kecamatan Medan Selayang (Studi Kasus). [Skripsi]. Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara.
- Triatmodjo, bambang. (1993). *Hidrolika II*. Yogyakarta: Beta Offset.

Triatmodjo, Bambang. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.

Wesli. (2008). *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu

Lampiran 1

Lampiran Tabel Harga n Untuk Rumus Manning (n) pada Saluran Buatan

No	Tipe saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk
1	Saluran tanah, lurus, teratur	0,0017	0,020	0,023	0,025
2	Saluran tanah yang dibuat dengan excavator	0,023	0,028	0,030	0,040
3	Saluran pada dinding batuan, lurus, teratur	0,020	0,030	0,033	0,035
4	Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, tidak teratur	0,035	0,040	0,045	0,045
5	Saluran batuan yang diledakkan, ada tumbuh-tumbuhan	0,025	0,030	0,035	0,040
6	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,028	0,030	0,033	0,035
7	Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0,020	0,025	0,028	0,030
8	Saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian	0,025	0,030	0,033	0,035
9	Saluran pasangan batu, tapi dengan penyelesaian	0,017	0,020	0,025	0,030
10	Saluran beton	0,014	0,016	0,019	0,021
11	Saluran beton halus dan rata	0,010	0,011	0,012	0,013
12	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0,013	0,014	0,014	0,015
13	Saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0,015	0,016	0,015	0,018

Sumber: SNI 03-3424-1994

Lampiran 2

Tabel Nilai Variabel Reduksi Gauss

No	Periode ulang, T (tahun)	Peluang	K _T	No	Periode ulang, T (tahun)	Peluang	K _T
1	1,001	0,999	-3,05	12	3,330	0,300	0,52
2	1,005	0,995	-2,58	13	4,000	0,250	0,67
3	1,010	0,990	-2,33	14	5,000	0,200	0,84
4	1,050	0,950	-1,64	15	10,000	0,100	1,28
5	1,110	0,900	-1,28	16	20,000	0,050	1,64
6	1,250	0,800	-0,84	17	50,000	0,020	2,05
7	1,330	0,750	-0,67	18	100,000	0,010	2,33
8	1,430	0,700	-0,52	19	200,000	0,005	2,58
9	1,670	0,600	-0,25	20	500,000	0,002	2,88
10	2,000	0,500	0	21	1000,000	0,001	3,09
11	2,500	0,400	0,25				

Sumber: Suripin, 2004

Lampiran 3

Tabel Koefisien Limpasan

No	Deskripsi Lahan / Karakter Permukaan	Koefisien C
1.	Bisnis <ul style="list-style-type: none"> • Perkotaan • Pinggiran 	0,70-0,95 0,50-0,70
2.	Perumahan <ul style="list-style-type: none"> • Rumah tinggal • Multiunit terpisah, terpisah • Multiunit tergabung • Perkampungan • Apartemen 	0,30-0,50 0,40-0,60 0,60-0,75 0,25-0,40 0,50-0,70
3.	Industry <ul style="list-style-type: none"> • Ringan • Berat 	0,50-0,80 0,60-0,90
4.	Perkerasan <ul style="list-style-type: none"> • Aspal dan beton • Batu bata, paving 	0,70-0,95 0,50-0,70
5.	Atap	0,75-0,95
6.	Halaman, tanah berpasir <ul style="list-style-type: none"> • Datar 2% • Rata-rata 2-7% • Curam 7% 	0,05-0,10 0,10-0,15 0,15-0,20
7.	Halaman tanah berat <ul style="list-style-type: none"> • Datar 2% • Rata-rata 2-7% • Curam 7% 	0,13-0,17 0,18-0,22 0,25-0,35
8.	Halaman kereta api	0,10-0,35
9.	Taman tempat bermain	0,20-0,35
10.	Taman, perkuburan	0,10-0,25
11.	Hutan <ul style="list-style-type: none"> • Datar, 0-5% • Bergelombang, 5-10% • Berbukit, 10-30% 	0,10-0,40 0,25-0,50 0,30-0,60

Sumber : Suripin, 2004

Lampiran 4

Kemencengan (Cs)	Periode Ulang (Tahun)									
	2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000
3	-0.36	0.42	1.18	1.912	2.278	3.152	4.051	4.97	5.825	7.25
2.5	-0.36	0.518	1.25	1.924667	2.262	3.048	3.845	4.652	5.3825	6.6
2.2	-0.33	0.574	1.284	1.921333	2.24	2.97	3.705	4.444	5.1025	6.2
2	-0.307	0.609	1.302	1.913333	2.219	2.912	3.605	4.298	4.9025	5.91
1.8	-0.282	0.643	1.318	1.901333	2.193	2.848	3.499	4.147	4.714375	5.66
1.6	-0.254	0.675	1.329	1.885	2.163	2.78	3.388	3.99	4.515	5.39
1.4	-0.225	0.705	1.337	1.864333	2.128	2.706	3.271	3.828	4.30875	5.11
1.2	-0.195	0.732	1.34	1.838	2.087	2.626	3.149	3.661	4.095625	4.82
1	-0.164	0.758	1.34	1.808667	2.043	2.542	3.022	3.489	3.883125	4.54
0.9	-0.148	0.769	1.339	1.791667	2.018	2.498	2.957	3.401	3.77375	4.395
0.8	-0.132	0.78	1.336	1.777333	1.998	2.453	2.891	3.312	3.66375	4.25
0.7	-0.116	0.79	1.333	1.755667	1.967	2.407	2.824	3.223	3.55375	4.105
0.6	-0.099	0.8	1.328	1.735333	1.939	2.359	2.755	3.132	3.4425	3.96
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.714333	1.91	2.311	2.686	3.041	3.33125	3.815
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.692333	1.88	2.261	2.615	2.949	3.219375	3.67
0.3	-0.05	0.824	1.309	1.669	1.849	2.211	2.544	2.856	3.106875	3.525
0.2	-0.033	0.842	1.282	1.594667	1.751	2.054	2.326	2.576	2.76875	3.09
0.1	-0.017	0.836	1.27	1.597333	1.761	2	2.252	2.482	3.0325	3.95
0	0	0.842	1.282	1.594667	1.751	2.054	2.326	2.576	2.76875	3.09
-0.1	0.017	0.85	1.258	1.539333	1.68	1.945	2.178	2.388	2.97375	3.95
-0.2	0.033	0.85	1.258	1.539333	1.68	1.945	2.178	2.388	2.54625	2.81
-0.3	0.05	0.853	1.245	1.510333	1.643	1.89	2.104	2.294	2.436875	2.675
-0.4	0.066	0.855	1.231	1.481	1.606	1.834	2.029	2.21	2.33375	2.54
-0.5	0.083	0.856	1.26	1.464667	1.567	1.777	1.955	2.108	2.2175	2.4
-0.6	0.099	0.857	1.2	1.418667	1.528	1.72	1.88	2.016	2.113125	2.275
-0.7	0.116	0.857	1.183	1.386333	1.488	1.663	1.806	1.926	2.01	2.15
-0.8	0.132	0.856	1.166	1.354	1.448	1.606	1.733	1.873	1.93375	2.035
-0.9	0.148	0.854	1.147	1.320333	1.407	1.549	1.66	1.749	1.809375	1.91
-1	0.164	0.852	1.128	1.286667	1.366	1.492	1.588	1.664	1.715	1.8
-1.2	0.195	0.844	1.086	1.216667	1.282	1.379	1.449	1.501	1.5475	1.625
-1.4	0.225	0.832	1.041	1.145667	1.198	1.2701	1.318	1.351	1.39375	1.465
-1.5	0.24696	0.82064	1.0054	1.092412	1.135912	1.19128	1.2264	1.24878	1.277335	1.32492
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.075333	1.116	1.166	1.197	1.216	1.24	1.28
-1.8	0.282	0.799	0.945	1.005	1.035	1.069	1.087	1.097	1.109375	1.13
-2	0.307	0.777	0.895	0.937667	0.959	0.98	0.99	1.995	1.621875	1
-2.2	0.33	0.752	0.844	0.873333	0.888	0.9	0.905	0.907	0.908125	0.91
-2.5	0.36	0.711	0.771	0.785667	0.793	0.798	0.799	0.8	0.80075	0.802
-3	0.396	0.636	0.66	0.664	0.666	0.666	0.667	0.667	0.667375	0.668

Sumber: Suripin, 2004

Lampiran 5

Tabel Reduced Mean, Y_n Sebagai Fungsi Periode Ulang

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,8396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

Sumber: Suripin, 2004

Lampiran 6

Tabel Reduced Variate, Y_{Tr} Sebagai Fungsi Periode Ulang

Periode ulang T_r (tahun)	<i>Reduced variate</i> (Y_{Tr})	Periode ulang, T_r (tahun)	<i>Reduced variate,</i> Y_{Tr}
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

Sumber: Suripin, 2004

Lampiran 7

Tabel Reduced Standard Deviation, S_n

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,068	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

Sumber: Suripin, 2004

Lampiran 8

Tabel Nilai Kritis Uji Chi-kuadrat

dk	α (Derajat Kepercayaan)							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,01	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,712	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,66	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,367
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,578	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,114	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,26	9,591	10,851	31,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,26	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,52	11,542	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,16	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	54,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,672

Sumber: Suripin, 2004

Lampiran 9

Tabel Nilai Kritis Do untuk Uji Smirnov-kolmogorov

N	Derajat kepercayaan, α			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N>50	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

Sumber: Suripin, 2004

Lampiran 10

Peta Kecamatan Larangan



Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Kota Tangerang

Lampiran 11

Dokumentasi



Gambar Dokumentasi Banjir pada 18 Oktober 2017



Gambar Dokumentasi Jalan Mengering dan Hujan terhenti selama 3 jam



Gambar Dokumentasi Banjir pada 19 Oktober 2017



Gambar Dokumentasi Jalan Mengering dan Hujan terhenti selama 4 jam



Gambar Dokumentasi Banjir pada 20 Oktober 2017



Gambar Dokumentasi Jalan Mengering dan Hujan terhenti selama 3 jam



Saluran Drainase Eksisting



Kali Cantiga



(a) Kali Angke di Daerah Ciledug



(b) Kali Angke di daerah Ciledug

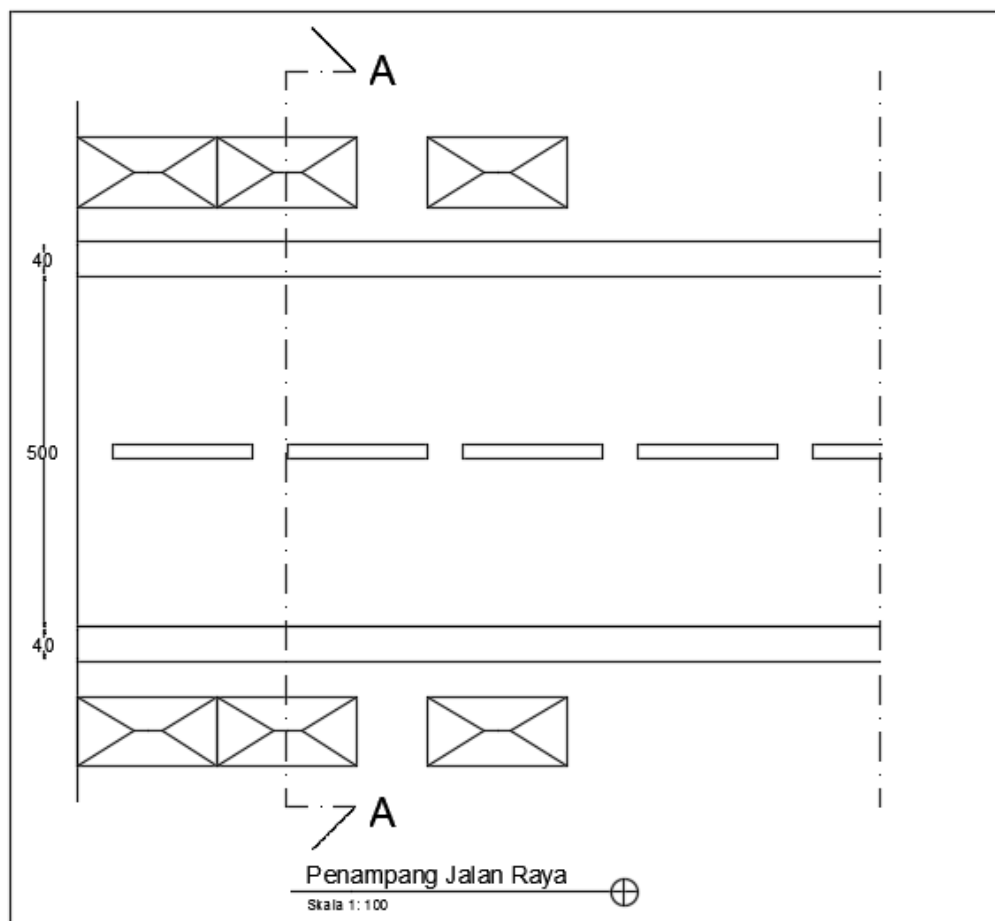


Gambar Dokumentasi Taman dekat jalan yang diamati

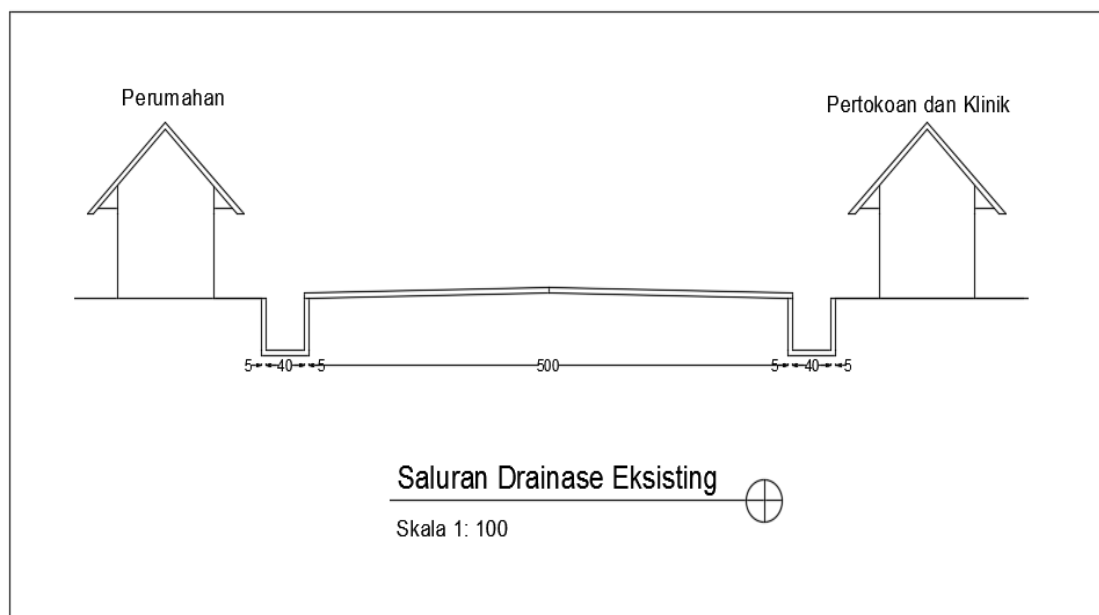


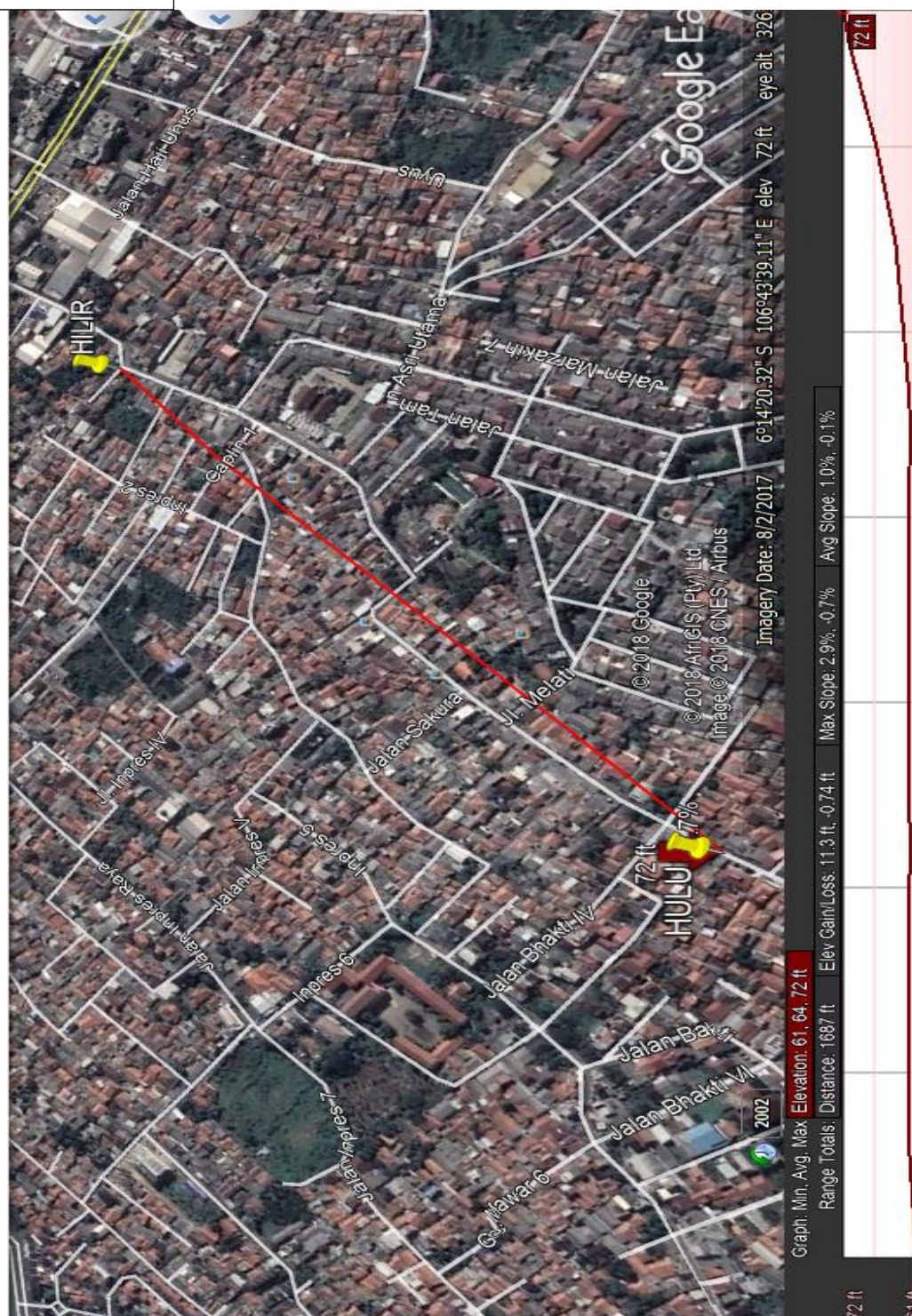
Gambar Dokumentasi Jalan dibagian hulu

Lampiran 12



Lampiran 13





Peta Kontur atau Elevasi

Gambar Catchment Area



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

Kampus Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220
 Telepon/Faksimile : Rektor : (021) 4893854, PR I : 4895130, PR II : 4893918, PR III : 4892926, PR IV : 4891982
 BUK : 4750930, BAKHUM : 4759081, BK : 4752180
 Bagian UHT : Telepon, 4893726, Bagian Keuangan : 4892414, Bagian Kepegawaian : 4890536, Bagian Humas : 4898486
 Laman : www.unj.ac.id

*Building
Future
Leaders*

Nomor : 2143A/UN39.12/KM/2017
 Lamp. :
 Hal : Permohonan Izin Mengadakan Penelitian
 untuk Penulisan Skripsi

11 April 2017

Yth. Kepala Dinas Pekerjaan Umum Kota Tangerang
 Jl. KS Tubun Karawaci
 Tangerang, Banten

Kami mohon kesediaan Saudara untuk dapat menerima Mahasiswa Universitas Negeri Jakarta .

Nama : Setiawan Wibowo
 Nomor Registrasi : 5415131725
 Program Studi : Pendidikan Teknik Bangunan
 Fakultas : Teknik Universitas Negeri Jakarta
 No. Telp/HP : 089521649725

Dengan ini kami mohon diberikan ijin mahasiswa tersebut, untuk dapat mengadakan penelitian guna mendapatkan data yang diperlukan dalam rangka penulisan skripsi dengan judul

"Kajian Saluran Drainase Pada Jalan Prof. Dr. Hamka Kelurahan Gaga, Kecamatan Larangan, Kota Tangerang"

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami sampaikan terima kasih.

Kepala Biro Akademik, Kemahasiswaan,
 dan Hubungan Masyarakat



Woro Sasmoyo, SH
 NIP. 19630403 198510 2 001

Tembusan :

1. Dekan Fakultas Teknik
2. Koordinator Prodi Pendidikan Teknik Bangunan



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

Kampus Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220
Telepon/Faksimile Rektor : (021) 4893854, PR I : 4895130, PR II : 4893918, PR III : 4892926, PR IV : 4893982
BUK : 4750930, BAKHUM : 4759081, BK : 4752180

Bagian UHT : Telepon, 4893726, Bagian Keuangan : 4892414, Bagian Kepegawaian : 4890536, Bagian Humas : 4898486
Laman : www.unj.ac.id

*Building
Future
Leaders*

Nomor : 2143C/UN39.12/KM/2017
Lamp. : -
Hal : Permohonan Izin Mengadakan Penelitian
untuk Penulisan Skripsi

11 April 2017

Yth. Kepala Balai PSDA Cidurian-Cisadane
Jl. KS Tubun No.42 Koang Jaya, Karawaci,
Tangerang

Kami mohon kesediaan Saudara untuk dapat menerima Mahasiswa Universitas Negeri Jakarta :

Nama : Setiawan Wibowo
Nomor Registrasi : 5415131725
Program Studi : Pendidikan Teknik Bangunan
Fakultas : Teknik Universitas Negeri Jakarta
No. Telp/HP : 089521649725

Dengan ini kami mohon diberikan ijin mahasiswa tersebut, untuk dapat mengadakan penelitian guna mendapatkan data yang diperlukan dalam rangka penulisan skripsi dengan judul :

"Kajian Saluran Drainase Pada Jalan Prof. Dr. Hamka Kelurahan Gaga, Kecamatan Larangan, Kota Tangerang"

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami sampaikan terima kasih.

Kepala Biro Akademik, Kemahasiswaan,
dan Hubungan Masyarakat



Woro Sasmoyo, SH
NIP. 19630403 198510 2 001

Tembusan :

1. Dekan Fakultas Teknik
2. Koordinator Prodi Pendidikan Teknik Bangunan



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK



Certificate 0014/01792

*Building
Future
Leaders*

Gedung L Kampus A Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220
 Telepon : (62-21) 4890046 ext. 213, 4751523, 47864808 Fax. 47864808
 Laman: <http://ft.unj.ac.id> email: dekanft@unj.ac.id

No.Dokumen	Edisi	Revisi	Berlaku Efektif	Halaman
OMS-FT/SOP/SS-23/IV/2011	01	01	21 Juli 2011	1 dari 1

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI/KOMPREHENSIF/KARYA INOVATIF

Nama Mahasiswa : Setiawan Wibowo
 Nomor Registrasi : 5415131725
 Prodi/Jurusan : Pendidikan Teknik Bangunan
 Judul : "Kajian Saluran Drainase Pada Jalan Prof. Dr. Hamka Kelurahan
 Gaga Kecamatan Larangan Kota Tangerang".

Dosen Pembimbing : 1. Drs. Arris Maulana, MT
 ② Dra. Rosmawita Saleh, M. Pd

Tanggal Pertemuan Pertama * :

Paraf KPSD * :

PERTEMUAN/ TANGGAL	MATERI BAHASAN	PARAF DOSEN	KET.
26/1-2018	- Ace u/ DAFTAR SIANG	<i>[Signature]</i>	

Koordinator Penyelesaian Studi Prodi
 /Koor.Prodi S1 PTB

[Signature]

R. Eka Murtinugraha, M. Pd
 NIP. 19670316 200112 1 001

Mengetahui,
 Penasehat Akademik

[Signature]

Drs. Doddy Rochadi, M. Pd
 NIP. 19560302 198503 1 005

* Diisi dan diparaf paling lambat 2 minggu setelah mendapatkan dosen pembimbing

Lampiran 19



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK



Certificate 9011/01792

Building
Future
Leaders

Gedung L Kampus A Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220

Telepon : (62-21) 4890046 ext. 213, 4751523, 47864808 Fax. 47864808

Laman: <http://fl.unj.ac.id> email: dekanfl@unj.ac.id

No.Dokumen	Edisi	Revisi	Berlaku Efektif	Halaman
QMS-FT/SOP/SS-23/IV/2011	01	01	21 Juli 2011	1 dari 1

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI/KOMPREHENSIF/KARYA INOVATIF

Nama Mahasiswa : Setiawan Wibowo
 Nomor Registrasi : 5415131725
 Prodi/Jurusan : Pendidikan Teknik Bangunan
 Judul : "Kajian Saluran Drainase Pada Jalan Prof. Dr. Hamka Kelurahan
 Gaga Kecamatan Larangan Kota Tangerang".

Dosen Pembimbing : ① Drs. Arris Maulana, MT
 2. Dra. Rosmawita Saleh, M. Pd

Tanggal Pertemuan Pertama * :

Paraf KPSD * :

PERTEMUAN/ TANGGAL	MATERI BAHASAN	PARAF DOSEN	KET.
24/1-2018	Berkas B.G.D & lampiran		
26/1-2018	Buat abstrak Ace Gang!		

Koordinator Penyelesaian Studi Prodi
 /Koor.Prodi S1 PTB

R. Eka Murtinugraha, M. Pd
 NIP. 19670316 200112 1 001

Mengetahui,
 Penasehat Akademik

Drs. Doddy Rochadi, M. Pd
 NIP. 19560302 198503 1 005

* Diisi dan diparaf paling lambat 2 minggu setelah mendapatkan dosen pembimbing



*Building
Future
Unleash*

**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK**



Certificate 0111/01707

Gedung L Kampus A Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220

Telepon : (62-21) 4890046 ext. 213, 4751523, 47864808 Fax. 47864808

Laman: <http://ft.unj.ac.id> email: dekanft@unj.ac.id

No.Dokumen	Edisi	Revisi	Berlaku Efektif	Halaman
QMS-FT/SOP/SS-23/IV/2011	01	01	21 Juli 2011	1 dari 1

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI/KOMPREHENSIF/KARYA INOVATIF

Nama Mahasiswa : Setiawan Wibowo
 Nomor Registrasi : 5415131725
 Prodi/Jurusan : Pendidikan Teknik Bangunan
 Judul : "Kajian Saluran Drainase Pada Jalan Prof. Dr. Hamka Kelurahan
 Gaga Kecamatan Larangan Kota Tangerang".

Dosen Pembimbing : 1. Drs. Arris Maulana, MT
 (2) Dra. Rosmawita Saleh, M. Pd

Tanggal Pertemuan Pertama * :

Paraf KPSD * :

PERTEMUAN/ TANGGAL	MATERI BAHASAN	PARAF DOSEN	KET.
29/09/17	Ace Seminar proposal		

Koordinator Penyelesaian Studi Prodi
/Koor.Prodi S1 PTB

R. Eka Murtinugraha, M. Pd
NIP. 19670316 200112 1 001

Mengetahui,
Penasihat Akademik

Drs. Doddy Rochadi, M. Pd
NIP. 19560302 198503 1 005

* Diisi dan diparaf paling lambat 2 minggu setelah mendapatkan dosen pembimbing



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK**



Certificate 0011/01792

*Building
Future
Leaders*

Gedung I, Kampus A Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220
Telepon : (62-21) 4890046 ext. 213, 4751523, 47864808 Fax. 47864808
Laman: <http://ft.unj.ac.id> email: dekanft@unj.ac.id

No. Dokumen	Edisi	Revisi	Berlaku Efektif	Halaman
QMS-FI/SOP/S5-23/IV/2011	01	01	21 Juli 2011	1 dari 1

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI/KOMPREHENSIF/KARYA INOVATIF

Nama Mahasiswa : Setiawan Wibowo
Nomor Registrasi : 5415131725
Prodi/Jurusan : Pendidikan Teknik Bangunan
Judul : "Kajian Saluran Drainase Pada Jalan Prof. Dr. Hamka Kelurahan
Gaga Kecamatan Larangan Kota Tangerang".

Dosen Pembimbing : 1. Drs. Arris Maulana, MT
2. Dra. Rosmawita Saleh, M. Pd

Tanggal Pertemuan Pertama * :

Paraf KPSD * :

PERTEMUAN/ TANGGAL	MATERI BAHASAN	PARAF DOSEN	KET.
25/09/2017	Tambahkan daftar pustaka (Referensi yang digunakan!)	<i>[Signature]</i>	
28/9-2017	Acc seminar proposal!	<i>[Signature]</i>	

Koordinator Penyelesaian Studi Prodi
/Koor.Prodi SI FTB

[Signature]

R. Eka Murtinugraha, M. Pd
NIP. 19670316 200112 1 001

Mengetahui,
Penasehat Akademik

[Signature]

Drs. Doddy Rochadi, M. Pd
NIP. 19560302 198503 1 005

* Diisi dan diparaf paling lambat 2 minggu setelah mendapatkan dosen pembimbing

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Setiawan Wibowo, lahir di Jakarta tanggal 02 September 1995 sebagai anak pertama dari dua bersaudara. Anak dari pasangan Edy Subono dan Puji Wahyuni ini bertempat tinggal di Jalan Karya Bersatu, nomor 91, Larangan, Tangerang (Kode Pos 15154). Nomor kontak yang bisa dihubungi adalah +6289521649725, dan email melalui setiawanwibowo.95@gmail.com.

Jenjang pendidikan formal yang ditempuh yaitu SDN Larangan 01 (2001-2007), SMPN 267 Jakarta (2007-2010), SMAN 86 Jakarta (2010-2013), dan pada tahun 2013 melanjutkan pendidikan tinggi pada Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan (S1) di jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta..

Penulis pernah aktif dalam organisasi Hima Teknik Sipil sebagai staf departemen pengembangan sumber daya manusia (psdm) pada tahun 2014-2015, Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas teknik pada tahun 2015-2016 sebagai staf departemen penelitian riset dan teknologi (penristek). Kemudian, penulis pernah mengikuti Praktik Kerja Lapangan (PKL) di kontraktor PT. Adhi Karya pada proyek Wisma Atlet Kamayoran. Untuk Praktik Keterampilan Mengajar (PKM) dilaksanakan penulis di SMKN 4 Tangerang Selatan dengan mengajar Statika.